VERLAUFSUNTERSUCHUNGEN ÜBER DAS EEG BEI VERHALTENSGESTÖRTEN KINDERN

Michaela Rybin

1979

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535722_0007

AUS DEM MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR PSYCHIATRIE MÜNCHEN

Dir. Prof. Dr. D. Ploog

VERLAUFSUNTERSUCHUNGEN ÜBER DAS EEG BEI VERHALTENSGESTÖRTEN KINDERN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten
Medizin an der Ludwig-Maximilian-Universität
München

Vorgelegt von
Michaela Rybin
aus Prag

München 1979

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät

der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. K. Betke

Mitberichterstatter: Prof. Dr. med. J. Martinius

Dekan: Prof. Dr. med. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 6.11.79

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

DISSERTATIONS– UND FOTODRUCK FRANK
8 München 2, Gabelsbergerstraße 15, Tel. 2 8 0 9 0 9 0

INHALTSVERZEICHNIS

A.	EINLEITUNG	1
B.	PROBLEMSTELLUNG	4
C.	LITERATURÜBERSICHT	6
1.	EEG bei klinisch unauffälligen Kindern	6
2.	EEG bei verhaltensgestörten Kindern	10
D.	AUSWAHL DER PATIENTEN	17
E.	METHODE	21
F.	ERGEBNISSE	26
G.	DISKUSSION	59
H.	ZUSAMMENFASSUNG	72
I.	LITERATURVERZEICHNIS	75

A. Einleitung

Der Zusammenhang zwischen Elektroenzephalogramm (EEG) und Verhaltensstörungen bei Kindern ist in den letzten Jahren in einer Reihe von Publikationen untersucht worden.

In der ersten Studie über das EEG bei verhaltensgestörten, nichtepileptischen Kindern von Jasper und Mitarbeitern (1938) wurden in 59% der Fälle pathologische EEG-Befunde gesehen. Den abnormen EEG-Befund hat man als ein Korrelat einer abnormen Gehirnfunktion interpretiert und gleichwertig einem pathologischen neurologischen Befund oder einer in der Vorgeschichte durchgemachten Gehirnerkrankung gesetzt. Ellingson (1954) stellte in einer umfangreichen, kritischen Übersicht über die statistischen Daten solcher Studien jedoch fest, daß die Kriterien der EEG-Abnormität oft unklar, die EEG-Ableitetechnik unterschiedlich, die Kontrollgruppen inadäquat, die Zusammenstellung der untersuchten Gruppen, was das Alter und die klinische Diagnose betrifft heterogen und das Vorkommen der organischen Störungen variabel waren (Abb. 1). Damit dürfte die große Variabilität der Ergebnisse solcher Untersuchungen zum Teil erklärt werden.

Den ursächlichen Faktoren der Verhaltensstörung, wie z.B. vorgegebene Konstitution, psychische Erkrankungen, besonders Erkrankungen des Zentralnervensystems (ZNS),

Abb. 1

EEG Abnormality among Normal and Behavior Problem Children

	Age Range	No.	% Abnormal
A. Normal Children			
Knott(24)	?	270	*ca* 15*
Secunda & Finley(68)	?	76	15
Miller & Lennox(61)	?	373	11
Davidson(11)	?	105	10
Kennard & Willner(44)	?	102	7
Henry(29)	*ca* 4–19	583	5†
B. Behavior Problem Children			
Hawkes & Roark(28)	5–15	25	92
Spear & Turton(79)	?	100	74
Lorenzo & Sidwell(57)	?	37	70
Brown & Solomon(6)	13–16	20	65
Brill *et al.*(5)	7–15	28	61
Kennard(40)‡	5–16	131	60
Jasper *et al.*(39)	2–16	71	59
Gottlieb *et al.*(24)§	?–15	100	56
Knott *et al.*(49)	4–over 21‖	95	54
Michaels & Secunda(60)	?	122	52
Strauss *et al.*(83)	3–13	23	52
Secunda & Finley(68)	4–18	143	51
Kennard(41)‡	5–24	582	>50
Kennard & Willner(44)‡	5–12	161	50
Gottlieb *et al.*(25)§	?	67	49
Miller & Lennox(61)	?	160	35
Cattell & Pacella(7)	6–12	20	33
Eikoff & Beevers(17)	5.5–15	50	2

*Exact figure not given.
† 12% if "questionable normals" are included, a category which appears to include kinds of EEG's classified as abnormal by other investigators.
‡ Possibly overlapping groups.
§ Overlapping groups.
‖ 3 patients over 21.

aus Ellingson, R.J., 1954

Milieu- bzw. Erziehungseinflüsse wurde je nach Lehrmeinung unterschiedliche Bedeutung beigemessen. Auffälliges Verhalten von Kindern und Jugendlichen wird zunehmend als möglicherweise krankhaft angesehen. Die Literaturübersicht zeigt, daß auch hier meist unterschiedliche Gruppen von Patienten untersucht wurden.

Da das Kind im bioelektrischen Reifungsprozeß steht, ist die Bestimmung einer EEG-Normgrenze nicht einfach. Es besteht schon innerhalb derselben Altersgruppe eine individuelle Variabilität und die Unterschiede zwischen verschiedenen Altersstufen sind noch größer. Trotzdem wurde das EEG zur Differentialdiagnostik zwischen organischen und psychogenen Erkrankungen im Kindesalter herangezogen, bzw. ein pathologischer EEG-Befund als Ausdruck einer organischen Schädigung gegebenenfalls einer latenten Epilepsie gedeutet.

B. Problemstellung

Gegenüber der früher vertretenen Ansicht, das Elektroenzephalogramm sei im wesentlichen nur in der Diagnostik und Verlaufsbeurteilung der Anfallsleiden und der grob organischen Hirnveränderung von Wert, zeigt das zunehmende Interesse an elektroenzephalographischen Befunden bei Verhaltensstörungen von Kindern und Jugendlichen die Notwendigkeit, auch auf diesem Gebiet der Psychopathologie differentialdiagnostische Überlegungen an elektroenzephalographische Befunde zu knüpfen.

Es ist bekannt, daß Verhaltensstörungen nicht nur psychogen, sondern in einem nicht geringen Teil organischen Ursprung haben können. Als funktioneller neurophysiologischer Parameter kommt dem EEG eine wesentliche Bedeutung der Differentialdiagnostik der Verhaltensstörungen zu, besonders in den Fällen, bei denen neurologische bzw. psychologische Untersuchungen keinen Hinweis auf hirnorganische Veränderungen brachten. Die in der klinischen Elektroenzephalographie gesammelten Erfahrungen haben gezeigt, daß das EEG verhaltensgestörter Kinder häufig abnorme Befunde aufweist. In der Literatur liegen einige umfassende Untersuchungen über EEG-Veränderungen bei psychopathologischen Krankheitsbildern vor, die sich zwar in ihrer voneinander abweichenden Fragestellung und Deutung nicht zwanglos vergleichen lassen, die jedoch zeigen, daß 50 bis 80% der Verhaltensstörungen im

Kindesalter mit mehr oder weniger ausgeprägten EEG-Veränderungen einhergehen.
In allen aufgeführten Studien sind allerdings Querschnittsuntersuchungen vorgenommen worden.

Das Ziel dieser Arbeit war es, eine Längsstudie bei Kindern mit entweder organisch- oder milieureaktiv bedingten Verhaltensstörungen, mit folgender Fragestellung durchzuführen:

a) Welche EEG-Veränderungen zeigen sich bei einer grösseren Gruppe von verhaltensgestörten Kindern?

b) Besteht ein Unterschied zwischen der Gruppe der organisch- und der milieugestörten Kinder?

c) Welche Art der EEG-Veränderung steht im Vordergrund?

d) Wie verhalten sich die EEG-Befunde im Laufe der Entwicklung über einen mehrjährigen Zeitraum?

C. Literaturübersicht

1. EEG bei klinisch unauffälligen Kindern

Viele Autoren beschrieben in ausgedehnten Studien verschiedene EEG-Parameter bei sogenannten normalen Kindern und Erwachsenen. Dabei wurde die Entwicklung der Wellen in allen Frequenzbereichen, vor allem aber im Alphafrequenzbereich, untersucht. Nach der ersten Beschreibung von Berger (1929) erschienen eine ganze Reihe von Studien, wovon hier nur einige Arbeiten aufgeführt werden: Lindsley (1936, 1938, 1939), Bernhard und Skoglund (1939a, b), Smith (1941) und Henry (1944), Picard und Mitarbeiter (1957), Gastaut und Mitarbeiter (1960), Adey (1967) sowie Eeg-Olofsson und Mitarbeiter (1971).
Außerdem erschienen viele Publikationen, die sich ausschließlich mit dem normalen EEG im Kindesalter befaßt haben, wie die Arbeit von Smith (1937, 1938a, b, 1941), Brandt und Brandt (1955), Novikova (1961), Kasamatsu und Mitarbeiter (1964), Scheffner (1968), Netchine (1969) und Petersén und Eeg-Olofsson (1971).

Die Feststellung einer Normgrenze in den verschiedenen Altersstufen des kindlichen EEGs ist schwierig. Mehrere Faktoren, wie z.B. die große interindividuelle Variabilität - obwohl sie im Gegensatz zur allgemeinen Auffassung bei Kindern geringer als bei Jugendlichen ist (Petersén

und Matousek, 1972) - sowie die Art der Auswertemethoden, spielen hierbei eine Rolle (Chavance und Samson-Dollfus, 1978).

Zur Standardisierung der Norm bei Kindern hat man versucht, Schätzwerte heranzuziehen und die langsame Frequenz in drei Kategorien wie "normal", "leicht vermehrt" und "mäßig vermehrt", jeweils auf das Alter des Kindes bezogen, einzuteilen. Die Kategorie "normal" ist am häufigsten vertreten und bis zum 8. Lebensjahr bei Knaben, zwischen dem 14. und 15. Lebensjahr bei Mädchen häufiger anzutreffen. Bei Jugendlichen hat man nur in einem ganz geringen Prozentsatz die Kategorie "leicht vermehrt" gefunden, hier sah man asymmetrisches Auftreten der Thetaaktivität häufiger mit linksseitiger als mit rechtsseitiger Betonung (Petersén und Eeg-Olofsson, 1971).

Im Unterschied zu den früher beschriebenen sogenannten Normalserien wurden in den neueren Untersuchungen sowohl das Ruhe-EEG wie auch das EEG unter Hyperventilation, Fotostimulation und die Schlafableitung in repräsentativen Serien verschiedener Altersgruppen (zwischen 1 und 21 Jahren) miteinbezogen (Eeg-Olofsson, 1971, Petersén und Eeg-Olofsson,1971). In diesen Normalserien wurde nicht nur die Charakteristik des EEGs erfaßt, sondern es sind auch wohldefinierte Kriterien der Anamnese, der allgemeinsomatischen und neurologischen Untersuchung festgehalten und für die Beurteilung berücksichtigt worden. Ab dem 4.

Lebensjahr ist eine ziemlich stabile Aktivität um 7-8 Hz, gewöhnlich über den okzipitalen Kopfregionen, erreicht. Die Thetaaktivität tritt zwischen dem 6. bis 8. Lebensjahr gegenüber der Alphaaktivität noch nicht völlig in den Hintergrund und ist weiterhin bevorzugt über den hinteren Kopfregionen zu finden. Danach erfolgt die Abnahme der Thetaaktivität in Häufigkeit und Amplitude bis zur zweiten Lebensdekade. Diese Tendenz zur graduellen Abnahme der langsamen Aktivität wurde sowohl bei gesunden als auch bei klinisch auffälligen Kindern mit zunehmendem Alter gesehen (Gibbs und Gibbs, 1944). Die bei Jugendlichen dann weniger deutlich ausgeprägte, niedrige Thetaaktivität wird beim weiblichen Geschlecht häufiger beobachtet (Mundy-Castle, 1951).

Hughes und Cayaffa (1977), die das EEG bei Personen von unterschiedlichem Alter ohne zerebrale Schädigung untersucht haben, haben festgestellt, daß sich während der Hyperventilation in der ersten Lebensdekade keine fokalen langsamen EEG-Veränderungen zeigen, aber sie werden fast in 20% bei allen anderen Altersstufen beobachtet. Die Mehrzahl (63%) von diesen langsamen Wellen waren temporal lokalisiert: in 36% links, in 1% rechts und in den restlichen 26% in beiden temporalen Regionen.

Die Spektralanalyse aller Frequenzbereiche, vor allem bei Kindern, ist von Gibbs und Knott (1949), Corbin und Bickford (1955), Ohtahara (1964), Dumermuth (1968) und schließlich von Matousek und Petersén (1969) be-

schrieben worden. Trotz gravierender Unterschiede zwischen den verschiedenen EEG-Kurven und Frequenzspektren bei Kindern mit offenen und geschlossenen Augen hat Pechstein (1970) festgestellt, daß ein Quotient als Theta-Alpha-Medianwert beim einzelnen Kind praktisch konstant bleibt.

2. EEG bei verhaltensgestörten Kindern

Wie schon erwähnt, gewann die elektroenzephalographische Untersuchung in der Kinderpsychiatrie, insbesondere auch bei der Suche nach Ursachenfaktoren der Verhaltensstörungen im Kindesalter an Bedeutung.

Die Beobachtung, daß das Elektroenzephalogramm bei verhaltensgestörten Kindern, auch wenn sie sonst unauffällige neurologische Untersuchungsergebnisse zeigten, häufiger abnorm war, wurde schon von Jasper und Mitarbeitern im Jahre 1938 festgestellt. Weitere statistisch ausgewertete Zahlen legten Lindsley und Cutts (1940), Brill und Mitarbeiter (1942), Brown und Solomon (1942), Miller und Lennox (1948), Schaper (1955) und andere vor. Auch Heuyer und Mitarbeiter (1957), Cohn und Nardini (1958), Lairy und Netchine (1960), Schlange (1963), Groh und Rosenmayr (1968) machten auf die Häufung abnormer EEG-Wellen bei Verhaltensstörungen aufmerksam.

Zum selben Ergebnis kamen auch Stevens und Mitarbeiter (1968) in einer elektroenzephalographischen, neurologischen, psychologischen und anamnestischen Studie bei 97 Kindern mit Verhaltensstörungen, die mit einer Gruppe von 88 normalen Kontrollkindern verglichen und statistisch bearbeitet wurde. In der Gruppe der verhaltensgestörten Kinder waren 95% Jungen. Gestörte Familienverhältnisse waren ein Dispositionsfaktor bei den ver-

haltensgestörten Kindern im Vergleich zu der Kontrollgruppe. Ein leicht abnormes EEG wurde bei 47% der Kinder mit auffälligem Verhalten, bei den normalen bei 19% gefunden. Grenzbefunde sind bei 29% von beiden Gruppen gesehen worden. Nur bei 3% der Kinder mit Verhaltensstörungen sind Anfälle bekannt gewesen.
In diesen umfangreichen Arbeiten ist das Auftreten aller Arten abnormer EEG-Befunde bei verhaltensgestörten Kindern beschrieben worden.

In einer Studie von Lindsley und Cutts (1940) wurde eine detaillierte Analyse zwischen normalen und verhaltensgestörten Kindern durchgeführt. Bei letzteren traten wesentlich mehr langsame Wellen um 2-5/sec und um 5-8/sec auf; daneben ließ sich durch Hyperventilation die pathologische Aktivität vermehrt provozieren. Es zeigte sich kein Unterschied in dem Frequenzbereich um 8/sec zwischen den beiden Gruppen. Ein auffälliges Auftreten von Wellen um 3-6/sec wurde von Secunda und Finley (1942), Solomon und Mitarbeitern (1944) sowie Gottlieb und Mitarbeitern (1945) bestätigt.

Die mittlere Frequenz der Alphaaktivität (Lairy und Mitarbeiter, 1969) wurde bei einer Gruppe normaler Kinder und einer Gruppe von verhaltensgestörten Kindern nach der Methode von Rémond und Mitarbeitern berechnet.

Die Gruppe der verhaltensgestörten Kinder zeigte gegenüber der Gruppe von normalen Kindern eine wesentlich größere Streuung der mittleren Frequenz sowie eine weniger symmetrische und weniger deutlich ausgeprägte Verteilung der Alphaaktivität; die interhemisphärale Koordination war schlechter. Die interokzipitale Synchronie im EEG ist bei einer Gruppe von normalen Schulkindern und von verhaltensgestörten Kindern quantitativ untersucht und verglichen worden (Martinius und Hoovey, 1971). In der Gegenüberstellung der Synchronieverhältnisse verhaltensgestörter und normaler Schulkinder fanden sich für das individuelle Kind keine signifikanten Unterschiede. Die Gruppen unterschieden sich als solche jedoch im Ausmaß der Streuung der Werte für die Alphaphasenbeziehung. Sie war größer bei den Verhaltensgestörten.
Zu den beschriebenen EEG-Veränderungen gehörten sogar hypersynchrone Potentiale, entweder generalisiert oder fokal, obwohl eindeutig anfallskranke Kinder meist ausgeschlossen waren.

Knauel (1960) sah bei der Untersuchung von 363 verhaltensgestörten Kindern und Jugendlichen 76% pathologisch veränderte Hinrstromkurven; dazu rechnete er irritationsverdächtige und typische Krampfpotentiale, wie auch diffus veränderte und "unreife" Kurven. In vielen seiner Fälle waren trotz typischer Krampfpotentiale keine

Anfälle bekannt, Hinweise auf frühkindliche Hirnschädigung und organ-neurologische Befunde konnte man oft nicht finden.

Ebenso fand man nach Neundörfer (1975) bei verhaltensgestörten Kindern vor allem Allgemeinveränderungen, diffuse Dysrhythmien und nicht selten auch fokale Störungen, worunter sich sogar epileptogene Foci befanden. Paroxysmale Störungen mit generalisierten Anfallspotentialen waren nicht anzutreffen. Bei Kindern mit im Vordergrund stehender Triebenthemmung mit konsekutiven Störungen im sozialen Verhalten - als"Stammhirn-Syndrom" bezeichnet - wurden auffälligerweise vor allem abnorme Rhythmisierungen mit Gruppen und Serien fortgeleiteter Deltawellen beobachtet. Als eine besondere Gruppe von Verhaltensstörungen ließ sich auch bei Kindern die Gruppe der sogenannten "epileptoiden" Psychopathen abgrenzen. Die Kinder hatten keine manifesten epileptischen Anfälle. Sie fielen jedoch durch ihr überpedantisches, klebriges, umständliches Verhalten auf, mit dem plötzlich aufschießende, unkontrollierte Wut- und Triebausbrüche kontrastierten. Bei diesen Kindern fand man auffällig häufig paroxysmale Störungen mit Gruppen von vornehmlich unregelmäßigen Spike-wave-Komplexen im Ruhe-EEG oder unter Fotostimulation. Gelegentliche paroxysmale Störungen neben Allgemeinveränderungen und diffusen Dysrhythmien wurden auch bei

Kindern mit Enuresis nocturna vorgefunden. Bei Stotterern und Polterern wurden in etwa einem Drittel der Patienten pathologische Hirnstrombilder gesehen. Es handelte sich dabei um völlig unspezifische Befunde wie leichte Grundrhythmusverlangsamungen oder diffuse Dysrhythmien. Ein gesicherter Häufigkeitsunterschied an abnormen Hirnstrombildern bei Stotterern einerseits und Polterern andererseits existierte nicht.

In mehreren Publikationen über das EEG bei verhaltensgestörten Kindern wurde der Versuch unternommen, die Häufigkeit sowie die Ausprägung bestimmter EEG-Befunde zur mutmaßlichen Ursache der Verhaltensstörung in Beziehung zu setzen.

Eine multidisziplinäre Untersuchung an 200 Kindern im Alter zwischen 7 und 16 Jahren mit organisch bedingten Verhaltensstörungen (Kennard, 1959) zeigte eine hochpositive Korrelation mit EEG-Abnormitäten (83%). Bei Kindern mit nicht eindeutig organisch, sondern milieubedingten Verhaltensstörungen hat man bei 40% ein abnormes EEG gefunden. In der Frequenzanalyse stand im Vordergrund Theta- und Betaaktivität, sowie unregelmässige Alphaaktivität. Diese verschiedenen Frequenzen ersetzten hier die normale Alphaaktivität.

Städeli und Mitarbeiter (1961) analysierten im Detail

hinsichtlich ihrer EEG-Befunde 108 stationär beobachteter und psychiatrisch einheitlich und eingehend abgeklärter Fälle verschiedener kindlicher Verhaltensstörungen (unter Ausschluß der klinisch manifesten Epilepsie und der groborganischen Hirnschädigungen). Insgesamt zeigten 37% ein normales EEG, bei 51% war das EEG eindeutig pathologisch, in 12% mußte ein Grenzbefund diagnostiziert werden. Mit hoher statistischer Signifikanz waren normale EEG-Befunde bei den hirnorganischen Störungen die Ausnahme und bei den reinen Neurosen die Regel, während Persönlichkeitsvarianten und Kinder mit Verwahrlosungssymptomen keine eindeutigen Zuordnungen erkennen ließen. Aus dem untersuchten Krankengut ergab sich eine auffallende Relation zwischen dem EEG-Symptom der sogenannten fortgeleiteten Deltarhythmen und der psychopathologischen Diagnose eines "Stammhirn - Syndroms", den generalisierten hypersynchronen EEG-Veränderungen und der psychiatrischen Diagnose der latenten generalisierten Epilepsie.

Vergleichende Untersuchungen (Schlange, 1963) an 373 Kindern mit Verhaltensstörungen verschiedener Art ergaben eine Häufung abnormer EEG-Befunde mit signifikanten Korrelationen zur Häufung von anamnestischen Angaben, die eine frühkindliche Hirnschädigung vermuten ließen, sowie von pathologischen neurologischen Befunden und zu einigen speziellen Verhaltensstörungen.

Auf jeden Fall sollte jedoch die kritische Untersuchung von Groh und Rosenmayr (1968) hervorgehoben werden, in der festgestellt wurde, daß weder die Art einer Verhaltensstörung, noch ihr mutmaßlicher Entstehungsmodus mit der Häufigkeit des Auftretens oder mit einer bestimmten Verteilung von EEG-Befunden signifikant korrelieren.

D. Auswahl der Patienten

Für die vorliegende Arbeit wurden Elektroenzephalogramme von 72 Kindern (50 Buben, 22 Mädchen) im Alter zwischen 5 und 7 Jahren untersucht. Das mittlere Alter bei der Erstuntersuchung betrug 6 Jahre und 3 Monate. Diese Kinder wurden ambulant und stationär wegen verschiedener Verhaltensstörungen (VS) von der kinderpsychiatrischen Abteilung des Max-Planck-Instituts für Psychiatrie betreut. Hier wurde auch die Diagnose VS gestellt. Im Rahmen einer Nachuntersuchung nach 5 bzw. 7 Jahren wurden erneut bei denselben Kindern ein EEG abgeleitet und katamnestische Untersuchungen durchgeführt.

Das primäre Auswahlkriterium bildeten die Verhaltensauffälligkeiten. VS, die im offensichtlichen Zusammenhang mit anderen Krankheiten standen, wurden nicht berücksichtigt, wie z.B. Patienten mit klinisch manifesten epileptischen Anfällen oder grober organischer Hirnschädigung. Bei zwei Kindern waren in der Familienanamnese epileptische Krämpfe bekannt.

Die Schwere der psychischen Symptomatik war unterschiedlich, mindestens aber so schwerwiegend, daß den Eltern eine Untersuchung und Behandlung notwendig erschien.

Es wurde nur von solchen Störungen des Verhaltens berichtet, die allein Grund waren, den Arzt aufzusuchen. Als Verhaltensanomalien wurden alle Auffälligkeiten des Verhaltens mit Ausnahme der kognitiven Funktionen, also der Dimension der Intelligenz, definiert (Schmidt, 1975).

Bei allen untersuchten Kindern lagen ausreichende anamnestische Angaben, neurologische, psychiatrische, elektroenzphalographische und psychologische Befunde vor. Die psychodiagnostische Beurteilung stützte sich auf die Fremdanamnese, welche zum Teil von beiden Eltern erhoben wurde und soweit als möglich unter Einbeziehung von Krankengeschichten anderer Krankenhäuser, eventuell auch Jugendämter oder Vormundschaftsbehörden objektiviert wurde.

Zur Verfügung standen auch verschiedene Testuntersuchungen, wie z.B. Kramer-Test, Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder (Hawik), Standford-Binet-Intelligenztest, Developmental-Test of Visual Perception, Bender-Gestalt-Test sowie der modifizierte motometrische Test nach Orsetzky für die Erkennung der leichteren Störung der Feinmotorik und der koordinierten Bewegungen. Dadurch sollte eine einseitige Betrachtungsweise vermieden und ein Überblick über die wichtigsten Aspekte gewonnen werden.

Die meisten Kinder zeigten eine wenigstens durchschnitt-

liche Allgemeinintelligenz (nur bei 5 Kindern lag der IQ zwischen 80-89); minderbegabte, bzw. geistesschwache Kinder wurden nicht in die Untersuchung einbezogen.

Die 72 untersuchten Kinder mit Verhaltensstörungen wurden aufgrund der individuellen Vorgeschichte klinisch-neuropsychiatrischer und psychodiagnostischer Untersuchungsmethoden in zwei Gruppen eingeteilt:

1.) Primär psychogene, milieubedingte VS (MVS) - das heißt reaktive bzw. neurotische Fehlentwicklungen; 38 Patienten.

2.) Organisch bedingte VS (OVS), die auf einer minimalen zerebralen Dysfunktion beruhen; 34 Patienten.

E. Methode

Das EEG wurde nach dem ten-twenty-system (Zeitkonstante 0,3, Filter 75 Hz, Geschwindigkeit 30 mm/sec) uni- und bipolar mit Hilfe eines 16-kanäligen Alvargerätes über 20 Minuten mit 4 verschiedenen Programmen registriert, in jedem Programm jweils 10 sec mit offenen Augen. Die letzten 4 Minuten wurden während der Hyperventilation abgeleitet.

Pro Kind lagen 2-5 EEG-Ableitungen vor. Für diese Arbeit wurden diejenigen zur Auswertung herangezogen, die in einem Intervall von 5 bzw. 7 Jahren entstanden, so daß insgesamt 144 EEG-Kurven befundet wurden. Für die Kontrolle im gewünschten Zeitabstand (nach 5 bzw. 7 Jahren) wurden die 72 Kinder gezielt bestellt. Die EEG-Befunde wurden mindestens von zwei unabhängigen Auswertern erhoben.

Bei der Auswertung des EEG-Materials erwies es sich als zweckmäßig, zuerst eine Einteilung in zwei Gruppen (normal und pathologisch) vorzunehmen. Auch die Auffälligkeiten bei Ableitung mit offenen Augen und während der Hyperventilation wurden dabei berücksichtigt. Bei der Beurteilung unterschied man einerseits zwischen dem Schweregrad der Veränderungen, andererseits zwischen

Allgemein- und Herdveränderungen, und man legte der Auswertung der verschiedenen EEG-Muster bestimmte Kriterien zugrunde (Städeli und Mitarbeiter, 1961, Dumermuth, 1965, Eeg-Olofsson und Mitarbeiter, 1971, Chatrian und Mitarbeiter, 1974, Obrist, 1976).

1. Als Allgemeinveränderungen wurden eine relative (das heißt über das der Altersgruppe entsprechende Maß hinausgehende) Vermehrung der diffusen langsamen Frequenzen und/oder eine relativ zu langsame Hintergrundaktivität bezeichnet. Die stärkeren Schwankungen des normalen EEG im Kindesalter wurden dabei berücksichtigt. Je nach Ausprägung sind die Allgemeinveränderungen als leicht, mittelgradig oder schwer zu beschreiben. Letztere kamen in unserem Krankengut nicht vor.

a) Bei leichten Allgemeinveränderungen war die Hintergrundaktivität noch weitgehend erhalten und deren Frequenz evtl. geringgradig verlangsamt. Die langsame Aktivität war gegenüber der Altersnorm verhältnismäßig vermehrt, aber immer noch subdominant.

b) Bei mittelgradigen Allgemeinveränderungen dominierte das Bild einer gemischten, polymorphen Theta/Deltaaktivität, die von der Hintergrundaktivität überlagert wurde und deren mittlere Frequenz entweder unverändert oder mehr oder weniger verlangsamt war.

Die Allgemeinveränderungen traten kontinuierlich, intermittierend oder graduell alternierend auf.

2. Als einseitige pathologische Veränderungen wurden die oben beschriebenen EEG-Normabweichungen, die nur auf eine Hemisphäre beschränkt waren, bezeichnet. Sie können fokal oder diffus, links oder rechts lateralisiert auftreten.

3. Steilere Wellen waren einzelne steilere Graphoelemente, die sich durch die Form von der Hintergrundaktivität abgrenzen ließen, aber der besonderen morphologischen Charakteristik der steilen Wellen und Spitzen nicht entsprachen. Sie können im Alpha-, Beta-, Theta- und Deltafrequenzbereich auftreten.

4. Als hypersynchrone Aktivität wurden Spitzen und steile Wellen sowie pathologische Komplexe, die aus diesen Graphoelementen bestanden, bezeichnet. Sie können fokal oder generalisiert auftreten.

5. Als Hyperventilationsveränderungen wurden das Auftreten eindeutiger hypersynchroner Aktivität (wie spike-wave-Komplexe,rhythmische Spitzen und steile Wellen) sowie fokale steile Wellen, das Auftreten ausgeprägter Seitendifferenzen unter forcierter Atmung, wie auch eine

tarke Verzögerung der Rückbildungszeit zum Ausgangsniveau bezeichnet.

6. Als normal wurde ein EEG bezeichnet, in welchem keines der genannten EEG-Symptome auch nur angedeutet registriert werden konnte und dessen allgemeine Hintergrundaktivität den empirischen Kriterien der Normalität für das Kindesalter entsprach.

Um diese Art der Auswertung zu objektivieren und die Signifikanz der Werte zu prüfen, wurden jeweils 16 Stichproben, das heißt artefaktfreie Perioden von 10 sec Dauer und 30 cm Länge pro Ruhe-EEG untersucht. Dabei wurden bilateral temporale und okzipitale Regionen berücksichtigt. Pro Stichprobe wurde die Anzahl der Alpha- und Thetawellen und der pathologischen Graphoelemente ausgezählt sowie ihre Symmetrie über beiden Hemisphären nachgeprüft.

Die Überprüfung der altersabhängigen Entwicklung der Alphaaktivität auf statistische Signifikanz erfolgte nach dem Wilcoxon-Test, wobei das Auftreten von Bindungen nach einem bestimmten Prinzip eliminiert wurde. Die Anwendung dieses Tests (Test auf Identität zweier Verteilungen, in diesem Fall der Alphawellenausprägung bei der Erstuntersuchung einerseits und bei der Nachunter-

suchung 7 Jahre später andererseits) war zur Beantwortung unserer Fragestellung notwendig.

Die Prüfung auf Signifikanz der Seitenunterschiede in der Ausprägung der Alpha- und der Thetaaktivität über beiden Hemisphären im ersten wie auch im zweiten EEG wurde mit zwei anderen, in ihrer Verteilungsabhängigkeit unterschiedlichen Tests, durchgeführt: 1. mit einem die Differenzen im Auftreten der Alpha- und Thetawellen gegen Null prüfenden T-Test bei Annahme der Normalverteilung (Test auf Normalverteilung im WS-Papier) und 2. mit einem verteilungsfreien Rangsummen-Symmetrietest (Heinhold und Gaede, 1968). Als statistisch signifikant konnten dabei die p-Werte von 0,05 (dies entsprach dem Signifikanzniveau von 95%) und darunter betrachtet werden.

F. Ergebnisse

Eine erste Übersicht über die Resultate der EEG-Auswertung bei den 72 verhaltensgestörten Kindern zeigt die Abbildung 2. Ein normales altersentsprechendes EEG finden wir bei der Ausgangsuntersuchung (1. EEG) in 34%, einen pathologischen Befund in 66% der Fälle. Bei der Verlaufskontrolle (2. EEG) nach einem Intervall von 5 bzw. 7 Jahren zeigen 46% der Kinder ein normales und 54% ein pathologisches EEG. (Nach einem Binomial-Test zwar keine signifikante Zunahme der normalen EEG-Befunde mit zunehmendem Alter, dennoch kann man eine Normalisierungstendenz (in 10% der Fälle) erkennen.)

Bei der Aufteilung der psychopathologischen Syndrome in die Gruppe der hirnorganischen und milieureaktiven Verhaltensstörungen ergibt sich bei der Ausgangsuntersuchung (1. EEG) in der Mehrzahl der EEG-Ableitungen bei beiden Gruppen ein pathologischer Befund (Abb. 3, 1. EEG). Bei der Kontrolluntersuchung bleibt die Anzahl der krankhaften Hirnstrombefunde bei der OVS-Gruppe höher, die Kinder mit MVS zeigen eine gewisse Tendenz zur Normalisierung des ursprünglich pathologischen EEG-Befundes (Abb. 3, 2. EEG). (Ebenfalls keine Signifikanz nach einem Binomial-Test.)

Die EEG-Befunde werden nach den in dem Methodeteil be-

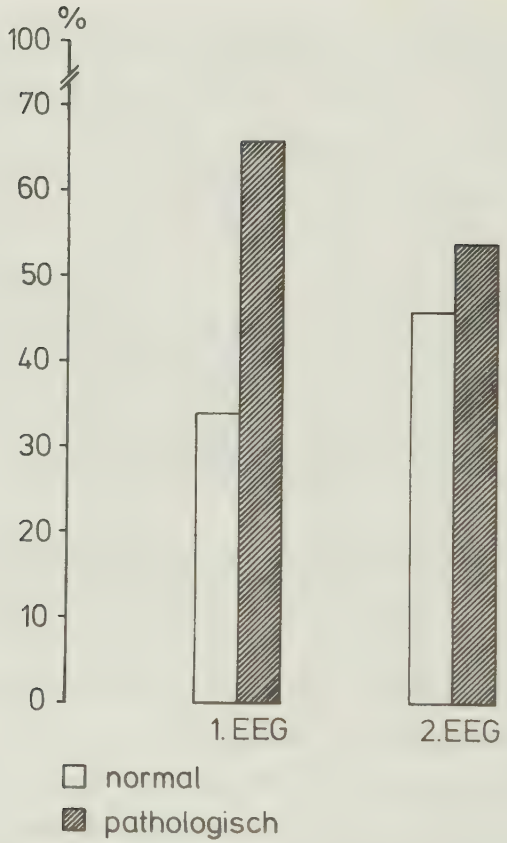

Abb. 2 Übersicht über die Häufigkeit der normalen und pathologischen EEG-Befunde bei Ausgangs- (1.EEG) und Kontrolluntersuchungen (2.EEG) nach fünf- bzw. siebenjährigem Intervall bei allen 72 verhaltensgestörten Kindern (VS).

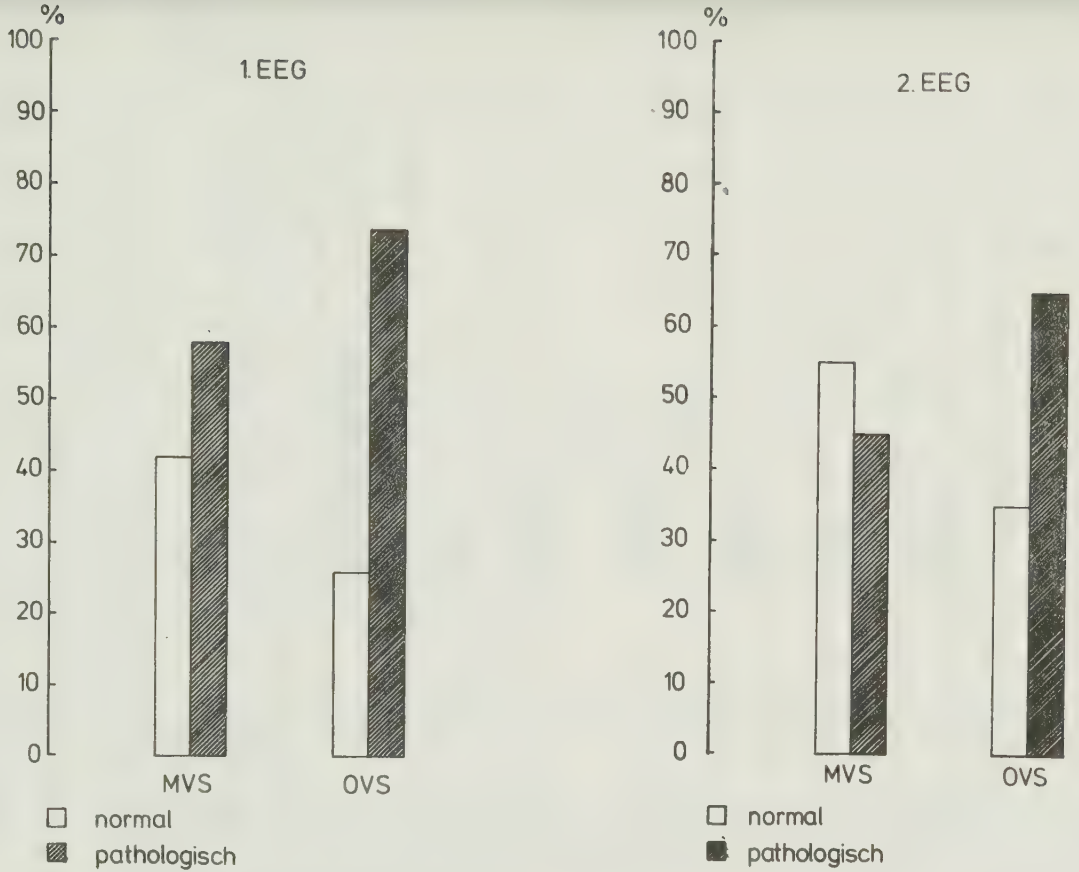

Abb. 3 Übersicht über die Häufigkeit der normalen und pathologischen Befunde im 1. und 2. EEG bei MVS und OVS getrennt.

schriebenen Kriterien im einzelnen analysiert: Normales EEG, normales Ruhe-EEG und Hyperventilationsveränderungen, leichte oder mittelschwere Allgemeinveränderungen, Allgemeinveränderungen mit Seitenbetonung (leichte und mittelschwere), fokale oder diffuse einseitige pathologische Veränderungen, steilere Wellen im Beta-, Alpha- und Thetafrequenzbereich (fokal oder generalisiert) und schließlich fokale oder generalisierte hypersynchrone Aktivität.
Die Ergebnisse sind in Abbildung 4 für alle untersuchten Kinder zusammengefaßt, wobei das 1. mit dem 2. EEG verglichen wird.

Getrennt für beide Gruppen (OVS; MVS) werden diese Einzelsymptome und die Veränderung im festgelegten Zeitabstand in Abbildung 5 und 6 gezeigt.
Daraus erkennt man, daß die Verteilung und Entwicklung des normalen EEGs, der Hyperventilationsveränderungen bei normalem Ruhe-EEG, der Allgemeinveränderungen und der Allgemeinveränderungen mit Seitenbetonung bei beiden Gruppen (MVS; OVS) annähernd ähnlich verlaufen (Abb. 5A, B, C, D; 6A, B, C, D).
Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen wird hauptsächlich bei der Entwicklung der einseitigen pathologischen Veränderungen, der steileren Wellen und der hypersynchronen Aktivität sichtbar (Abb. 5E, F, G; 6E, F, G).
Die letzte Veränderung tritt ausschließlich bei Kindern

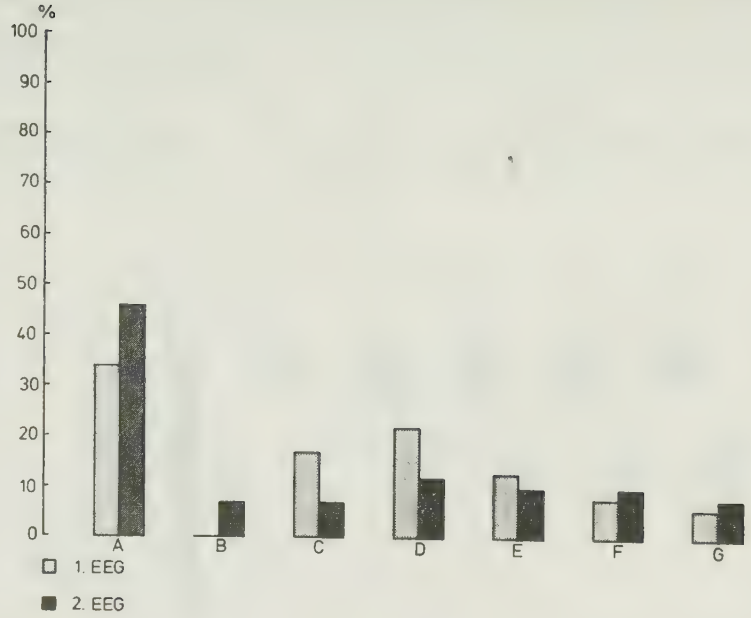

Abb. 4 Übersicht über die Art der EEG-Befunde aller 72 verhaltensgestörten Kinder bei Ausgangs- (1.EEG) und Kontrolluntersuchung (2.EEG) nach fünf bzw. sieben Jahren.

A) Normales EEG; B) Normales Ruhe-EEG und Hyperventilationsveränderungen; C) Allgemeinveränderungen (leichte und mittelschwere); D) Allgemeinveränderungen mit Seitenbetonung (leichte und mittelschwere); E) Einseitige pathologische Veränderungen (fokal und diffus); F) Steilere Wellen im Beta-, Alpha- und Thetabereich (fokal oder generalisiert); G) Hypersynchrone Aktivität (fokal oder generalisiert).

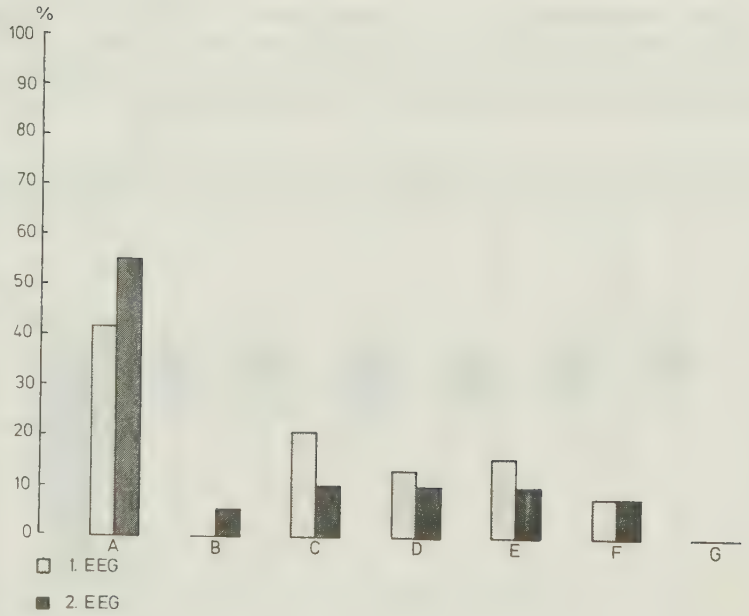

Abb. 5 Übersicht über die Art der EEG-Befunde bei der Ausgangs- (1.EEG) und Kontroll-untersuchung (2.EEG) bei 38 Kindern mit milieureaktiven Verhaltensstörungen (MVS).

A) Normales EEG; B) Normales Ruhe-EEG und Hyperventilationsveränderungen; C) Allgemeinveränderungen (leichte und mittelschwere); D) Allgemeinveränderungen mit Seitenbetonung (nur leichte); E) Einseitige pathologische Veränderungen (fokal oder diffus); F) Steilere Wellen im Beta-, Alpha- und Thetabereich (fokal oder generalisiert); G) Hypersynchrone Aktivität (fokal oder generalisiert).

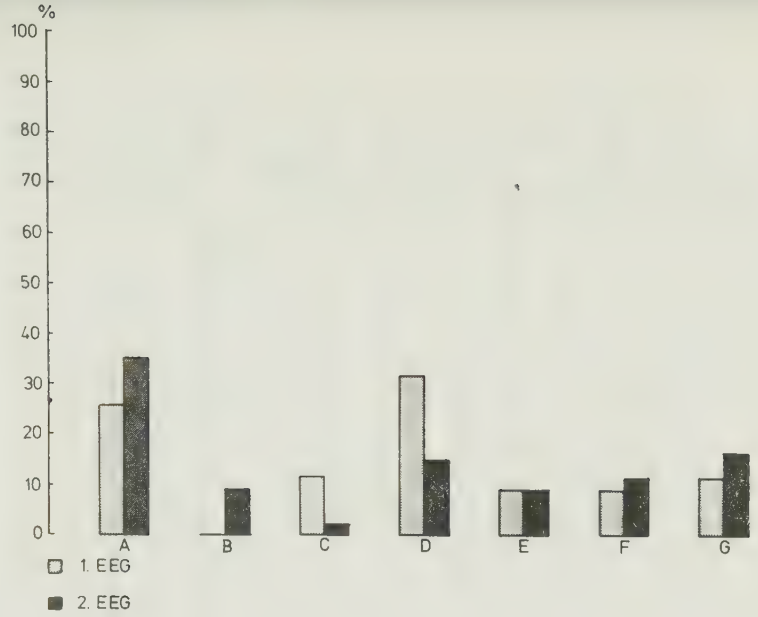

Abb. 6 Übersicht über die Art der EEG-Befunde bei der Ausgangs- (1.EEG) und der Kontrolluntersuchung (2.EEG) bei 34 Kindern mit organisch bedingten Verhaltensstörungen (OVS).

A) Normales EEG; B) Normales Ruhe-EEG und Hyperventilationsveränderungen; C) Allgemeinveränderungen (leichte und mittelschwere); D) Allgemeinveränderungen mit Seitenbetonung (leichte und mittelschwere); E) Einseitige pathologische Veränderungen (fokal oder diffus); F) Steilere Wellen im Beta-, Alpha- und Thetabereich (fokal oder generalisiert); G) Hypersynchrone Aktivität (fokal oder generalisiert).

mit somatogenen Verhaltensstörungen (OVS-Gruppe) auf. Diese Kinder zeigen auch in den drei letzten Kriterien bei der 2. EEG-Ableitung entweder keine Befundänderung oder eine Verschlechterung des Befundes (Abb. 6E, F, G).

Die Allgemeinveränderungen mit einseitiger Betonung und die einseitigen pathologischen Veränderungen, die bei Kindern mit MVS wie auch mit OVS bei der Erstuntersuchung (1. EEG) vermehrt diffus auftreten, tendieren bei der Kontrolluntersuchung (2. EEG) ebenfalls bei beiden Gruppen zur Fokalisation (Abb. 7a, b; 8a, b).

Eine größere Anzahl der Kinder mit minimaler zerebraler Dysfunktion zeigt mit zunehmendem Alter steilere Wellen sowie hypersynchrone Potentiale (Abb. 10a, b, c, d).
Es hat sich herausgestellt, daß die Entwicklung der hypersynchronen Aktivität im 2. EEG von der Art der EEG-Veränderungen im 1. EEG unabhängig ist.
Im Vordergrund stehen häufig gruppierte diphasische steile Wellen, die entweder bilateral mit Seitenbetonung auftreten oder unilateral angelegt sind und gelegentlich zur Gegenseite fortgeleitet werden. Sie sind hauptsächlich fokal zu finden und treten ebenfalls wie die steileren Wellen überwiegend mit einseitig betonten Allgemeinveränderungen gleichzeitig auf (Abb. 10a, b).

Nur bei einem von unseren untersuchten Kindern (zuerst

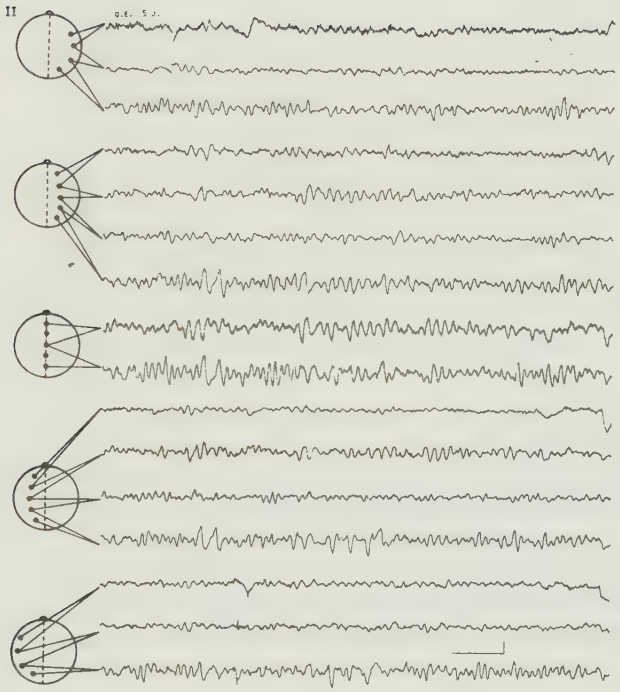

Abb. 7a Leichte Allgemeinveränderungen mit etwas vermehrten Wellen im Thetafrequenzbereich, die linksseitig langsamer und in ihrer Amplitude etwas höher sind als rechts. Kind (5 J.), wach, geschlossene Augen, OVS.

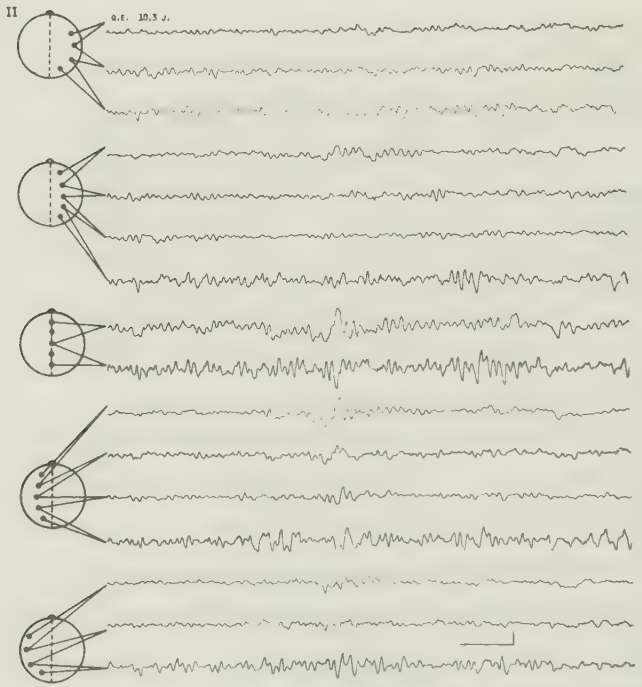

Abb. 7b Dasselbe Kind fünf Jahre später (10,3 J.). Linksseitig vermehrt Wellen im Thetafrequenzbereich, höherer Amplitude mit Betonung temporo-okzipital. Wach,geschlossene Augen, OVS.

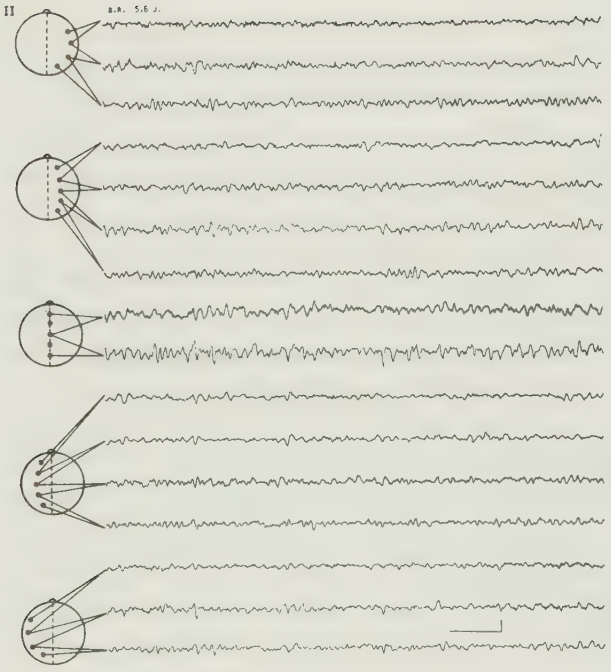

Abb. 8a Linksseitig etwas niedrigere und schlechter ausgeprägte Alphaaktivität temporo-okzipital, etwas vermehrte Wellen im Thetafrequenzbereich mit geringer Linksbetonung. Kind (5,6 J.), wach, geschlossene Augen, OVS.

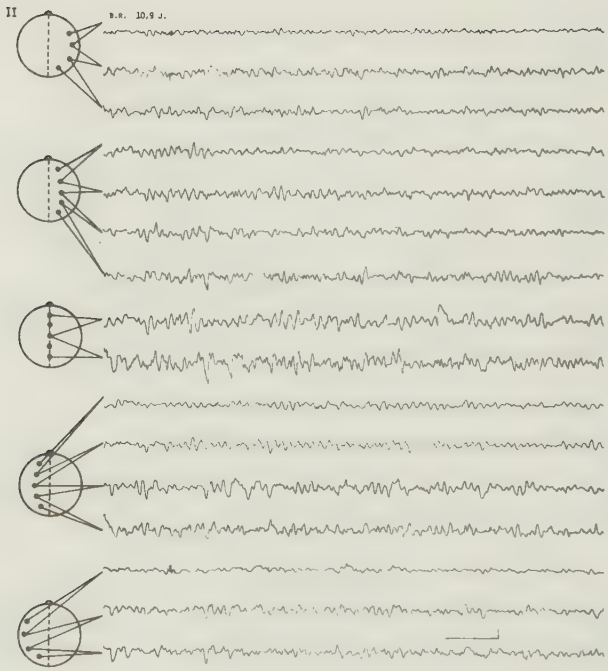

Abb. 8b Dasselbe Kind fünf Jahre später (10,9 J.). Leichte Allgemeinveränderung mit vermehrten Wellen im Thetafrequenzbereich,die linksseitig deutlicher ausgeprägt sind und höhere Amplitude zeigen. Wach, geschlossene Augen, OVS.

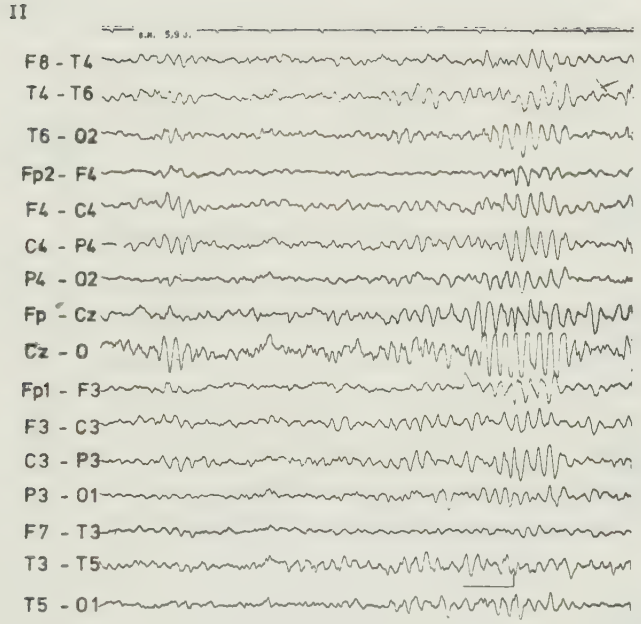

Abb. 9a Allgemeinveränderung mit überwiegender hochgespannter Aktivität im Thetafrequenzbereich. Kind (5,9 J.), wach, geschlossene Augen, OVS.

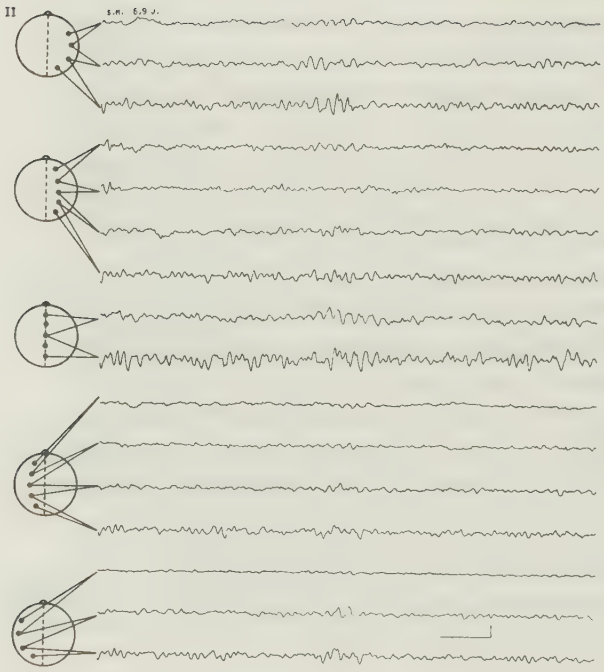

Abb. 9b Dasselbe Kind 1 Jahr später (6,9 J.).Leichte Allgemeinveränderung mit vermehrter rascher Aktivität im Thetafrequenzbereich, die rechtsseitig etwas langsamer und in ihrer Amplitude etwas höher ist als links. Wach, geschlossene Augen, OVS.

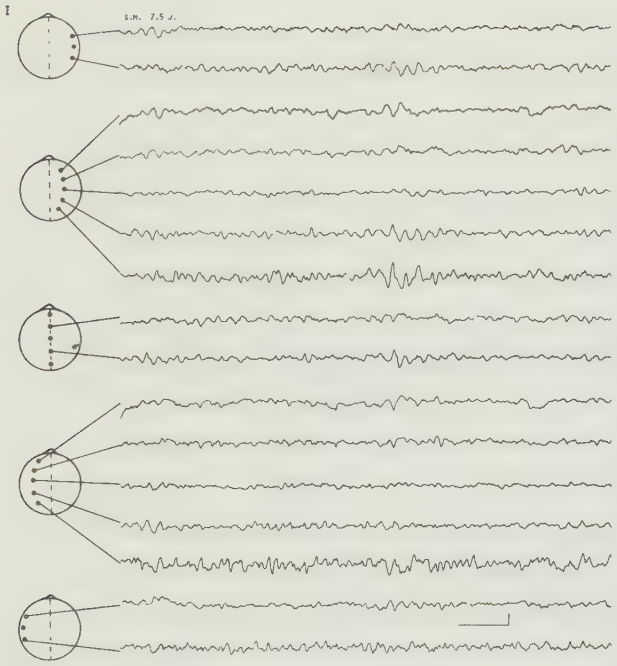

Abb. 9c Dasselbe Kind 2 Jahre später (7,5 J.). Leichte Allgemeinveränderung mit etwas vermehrter Thetaaktivität, die leichte Rechtsbetonung aufweist. Wach, geschlossene Augen, OVS.

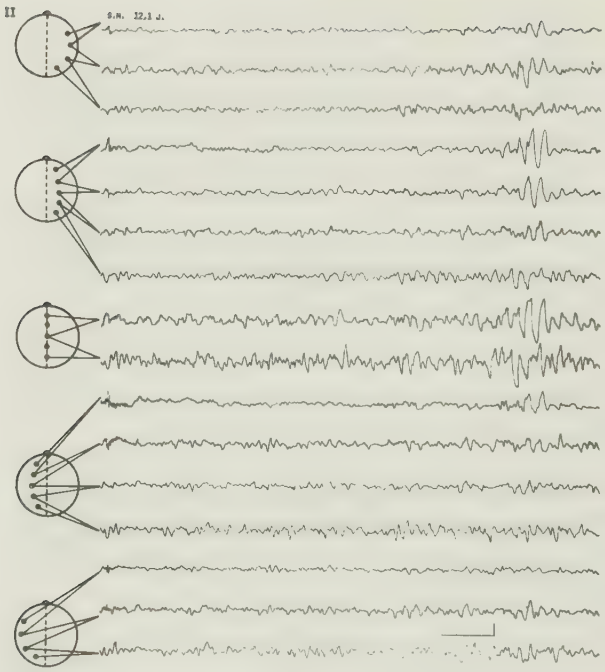

Abb. 9d Dasselbe Kind 7 Jahre später (12,1 J.). Allgemeinveränderungen mit etwas vermehrten Wellen im Thetafrequenzbereich und einer Gruppe mit hypersynchroner Aktivität mit Rechtsbetonung. Teilweise zeigen die EEG-Wellen in allen vorhandenen Frequenzbereichen etwas steilere Form. Wach, geschlossene Augen, OVS.

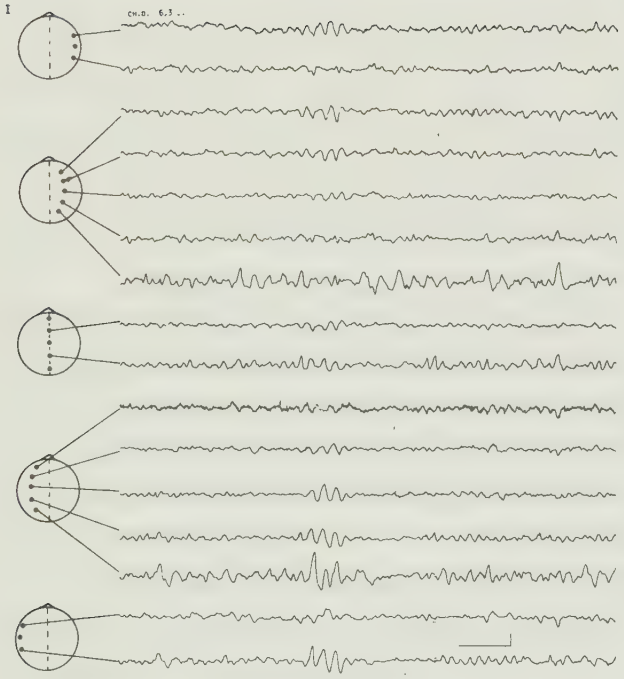

Abb. 10a Allgemeinveränderung mit vermehrten Wellen im Thetafrequenzbereich. Kind (6,3 J.), wach, geschlossene Augen, OVS.

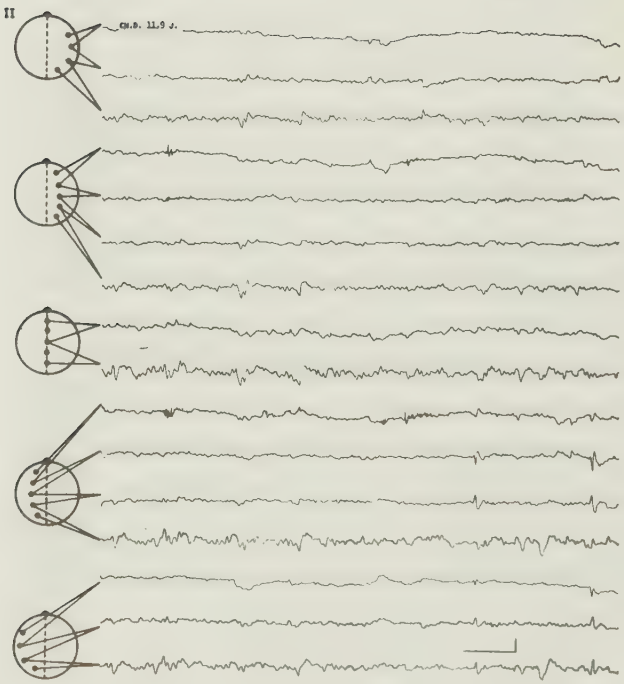

Abb. 10b Dasselbe Kind 5 Jahre später (11,9 J.). Linksseitig steile diphasische Wellen und etwas vermehrte Thetawellen. Wach, geschlossene Augen,OVS.

als MVS eingestuft) wird bei der katamnestischen Untersuchung 5 Jahre nach der 1. EEG-Untersuchung, über klinisch manifeste Anfälle (Absencen) berichtet. Neben der Verschlechterung des klinischen Bildes tritt auch eine Verschlechterung des ursprünglich unauffälligen Kurvenbildes auf. In diesem 2. EEG, das aber schon unter der Therapie mit Zentropil abgeleitet wird, treten linksseitig betonte Allgemeinveränderungen (Hintergrundaktivitätsverlangsamung, vermehrte Thetaaktivität und steilere Potentiale im Alpha- und raschen Thetafrequenzbereich) auf. Die mutmaßlichen Ursachen dieser Entwicklung und die Vorgeschichte des Kindes werden später diskutiert.

Die pathologische EEG-Aktivität ist bei Allgemeinveränderungen fast ausschließlich okzipital oder temporo-okzipital beidseits, die Herdveränderungen sind meistens temporal oder temporo-okzipital, in der Mehrzahl links, lokalisiert. Nur vereinzelt treten Fokalveränderungen auch parieto-okzipital auf.
In der Verteilung der Lokalisation der beschriebenen Veränderungen gibt es keine verwertbaren Unterschiede zwischen dem 1. und dem 2. EEG.

Das in 65% aller Kinder ursprünglich unregelmäßige EEG regularisiert sich im 2. EEG in der Hälfte der Fälle.

Zur weiteren Objektivierung der Ergebnisse der EEG-

Auswertung wird das Vorkommen und die Ausprägung der Alpha- und Thetaaktivität sowohl im 1. als auch im 2. EEG auf Signifikanz geprüft. Dabei werden bilateral temporale und okzipitale Regionen berücksichtigt und der Verlauf bzw. die Entwicklung oder Rückbildung dieser Aktivitäten untersucht. Auf die Deltaaktivität wird nicht eingegangen, weil sie nur bei einigen wenigen der behandelten Fälle auftritt.

Zuerst wird die altersabhängige Entwicklung der Alphaaktivität untersucht.
Bei allen Kindern mit einem normalen 1. EEG - ausgenommen das Kind, bei dem in der Zwischenzeit eine deutliche Verschlechterung des klinischen und des elektroenzephalographischen Bildes beobachtet wird und das später diskutiert wird - kann im 2. EEG eine dem Alter entsprechende Regularisierung und Beschleunigung sowie eine signifikante Zunahme ($p \leq 0,05$) der Alphaaktivität gesehen werden.
Bei 70% aller Kinder mit pathologischen Befunden im 1. EEG (47) wird ebenfalls eine signifikante Zunahme ($p \leq 0,05$) der Alphaaktivität im 2. EEG temporo-okzipital beidseits beobachtet.
Bei 21% (15% OVS und 6% MVS) der Kinder dieser Gruppe kann keine signifikante Zunahme der Alphawellen nach 5-7 Jahren (2. EEG) nachgewiesen werden.

Bei 9% dieser Kinder - die alle der Gruppe der organisch bedingten Verhaltensstörungen (OVS) angehören - wird nur eine einseitige, signifikante Zunahme ($p \leq 0,05$) der Alphaaktivität registriert, wobei das Fehlen einer Alphaaktivitätszunahme mit einem gehäuften Auftreten von langsamerer Frequenz bzw. Irritationsaktivität über der betreffenden Hemisphäre in Zusammenhang steht. Keine Zunahme der Alphaaktivität beidseits steht im Zusammenhang mit einem mittelschweren pathologischen Befund im 1. EEG bzw. einer Verschlechterung des Kurvenbildes im 2. EEG.

Weiterhin wird die Symmetrie der Ausprägung der Alphaaktivität (Abb. 11) über den untersuchten Hirnregionen - bei den insgesamt 47 (100%) verhaltensgestörten Kindern mit einem pathologischen 1. EEG - geprüft und dabei die Signifikanz der Seitendifferenzen für die Alphawellen ermittelt. Die beiden hier angewandten statistischen Tests (T-Test bei Annahme der Normalverteilung und verteilungsfreier Rangsummen-Symmetrietest) bringen weitgehend übereinstimmende Ergebnisse.

Bei der Erstuntersuchung (1. EEG) tritt bei 45% (28% OVS und 17% MVS) dieser Kinder signifikant weniger ($p = 0,05$) Alphaaktivität über der deutlicher funktionsgestörten Hemisphäre auf.

Bei der Kontrollableitung (2. EEG) bleibt bei 23% (17% OVS und 6% MVS) der Kinder dieser Befund signifikant ($P \leq 0,05$) weiter bestehen; 22% (11% OVS und 11% MVS) dieser Kinder zeigen im 2. EEG keine Signifikanz der

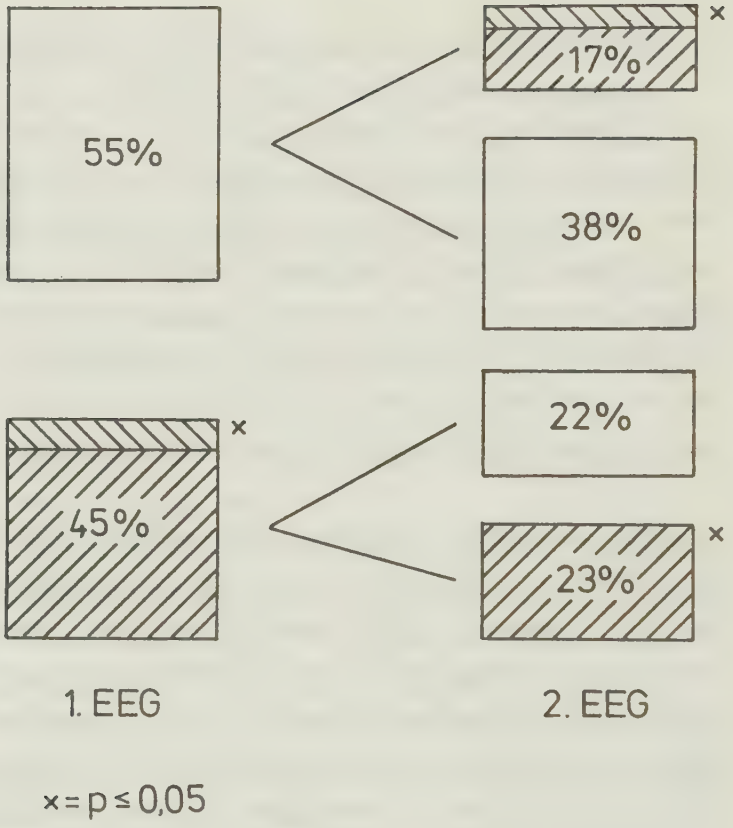

Abb. 11 Schematische Darstellung der Entwicklung der Seitenunterschiede der Ausprägung der Alphaaktivität im 1. und 2. EEG bei allen verhaltensgestörten Kindern (OVS, MVS) mit einem pathologischen Befund im 1. EEG (100% = 47 Kinder).

Seitendifferenzen der Alphaaktivitätsausprägung mehr.

Bei 17% (15% OVS und 2% MVS) der untersuchten Kinder, bei denen im 1. EEG keine signifikanten Alphawellenseitenunterschiede vorhanden sind, kann im 2. EEG eine einseitige, signifikante Abnahme ($p \leq 0,05$) der Ausprägung der Alphaaktivität, vor allem über der temporalen Region nachgewiesen werden. Die linke Hemisphäre zeigt sich dabei signifikant als die schlechtere.

Schließlich wird der Seitenunterschied in der Ausprägung der Thetaaktivität - ebenfalls bei den 47 (100%) verhaltensgestörten Kindern beider Gruppen mit einem abnormen 1. EEG - auf Signifikanz geprüft (Abb. 12). Auch in diesem Fall weisen die beiden statistischen Tests annähernd gleiche Ergebnisse auf.
38% (23% OVS und 15% MVS) dieser Kinder zeigen bei der Erstuntersuchung (1. EEG) temporo-okzipital signifikante ($p \leq 0,025$) Seitenunterschiede der Thetaaktivitätsausprägung zu ungunsten der linken Hemisphäre.
Im 2. EEG bleibt dieser Befund bei 23% (17% OVS und 6% MVS) dieser Kinder signifikant ($p \leq 0,025$) weiterbestehen; bei 15% (6% OVS und 9% MVS) dieser Kinder liegt bei der Nachuntersuchung (2. EEG) keine signifikante interhemisphärale Asymmetrie der Thetaaktivitätsausprägung mehr vor.
Bei 11% (9% OVS und 2% MVS) der Kinder, die trotz eines

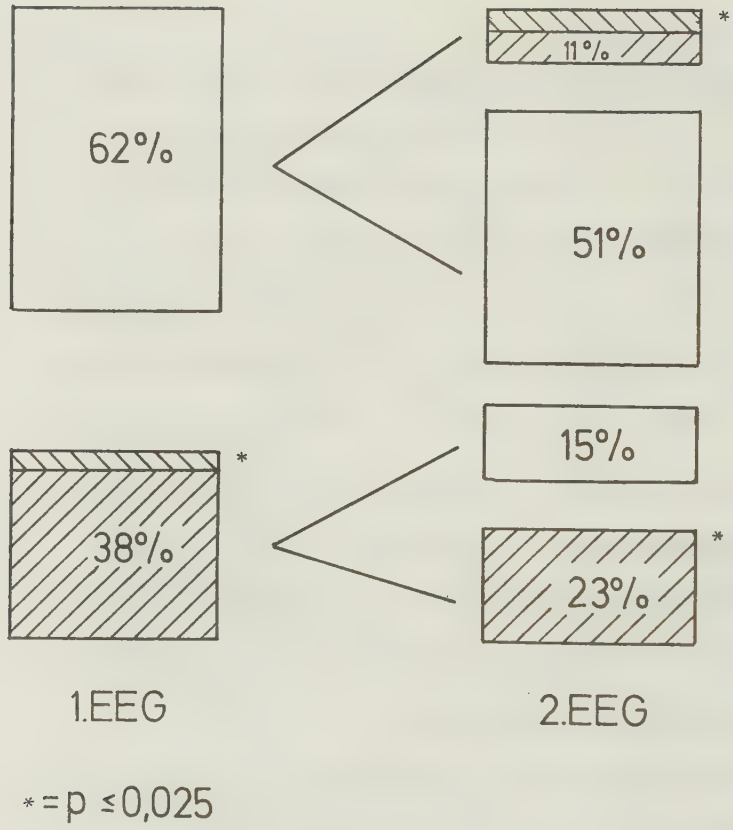

Abb. 12 Schematische Darstellung der Entwicklung der Seitenunterschiede in der Ausprägung der Thetaaktivität im 1. und im 2. EEG bei allen verhaltensgestörten Kindern (OVS, MVS) mit einem pathologischen Befund im 1. EEG (100% = 47 Kinder).

pathologischen Befundes keine signifikanten Thetawellenunterschiede im 1. EEG aufweisen, sind bei der Kontrolluntersuchung (2. EEG) signifikante ($p \approx 0{,}025$) Seitenunterschiede im Auftreten der Thetaaktivität nachweisbar.

Bei der Mehrzahl der untersuchten Kinder wird eine verhältnismäßig niedrigere Amplitude der Alphaaktivität (25 - 43µV) im 1. EEG wie auch im 2. EEG (24 - 42µV) beobachtet. Bei beiden Untersuchungen läßt sich kein Unterschied der Amplitudenhöhe der Alphaaktivität nachweisen. Die Amplitude der Thetaaktivität verhält sich im allgemeinen in der Höhe und im Verlauf der Alphaaktivität annähernd gleich.

Leicht vermehrte, schnelle Betaaktivität wird nur ganz selten bei den untersuchten verhaltensgestörten Kindern in der Mehrzahl bei denen mit hirnorganischbedingten Verhaltensstörungen (OVS) registriert. Sie zeigt unabhängig vom Alter überwiegend diffuse Verteilung mit frontalem oder fronto-praezentralem, in einem Fall temporalem Maximum und meistens eine Amplitudenhöhe bis 25µV. Nur bei zweien dieser Kinder, die zur Zeit der Untersuchung Ritalin einnehmen, sind die schnellen Betawellen im 2. EEG höhergespannt.
Ein ungewöhnliches Kurvenbild mit auffälligen, regel-

mäßigen, z.T. höhergespannten Betawellen um 18-20/sec zusammen mit langsamer, pathologischer Aktivität wird bei einem Kind mit minimaler Hirnschädigung im 1. EEG gesehen. Dieser Befund tritt auch bei der Nachuntersuchung (2. EEG) vor allem unter forcierter Atmung auf (Abb. 13a, b).

Neben den aufgeführten EEG-Störungen wird bei der Ausgangsuntersuchung (1. EEG) in einigen Fällen (6 Kinder) etwas vermehrte Deltaaktivität beobachtet, sie bleibt bei der zweiten Ableitung (2. EEG) nur in zwei Fällen (beide mit OVS) okzipital lokalisiert weiterbestehen.

Bei drei Kindern (2 Kinder mit MVS und 1 Kind mit OVS) finden wir im 1. EEG gruppierte, intermittierende bi-okzipitale Wellen um 3-4/sec höherer Amplitude bis 170µV, die vor allem nach Augenschluß in Erscheinung treten. Diese EEG-Veränderungen sind bei zwei dieser Kinder (beide MVS) in der Ruheableitung des 2. EEGs nicht mehr vorhanden; während der Hyperventilation zeigen sich aber weiterhin geringe EEG-Normabweichungen. Bei dem dritten Kind (OVS) treten die intermittierenden höhergespannten, langsamen Wellen nach 6 Jahren zwar nicht mehr auf, aber der EEG-Befund verschlechtert sich insgesamt und es entwickelt sich zusätzlich eine hypersynchrone Aktivität mit einseitiger Betonung.

Unter Hyperventilation wird bei 84% aller Kinder im

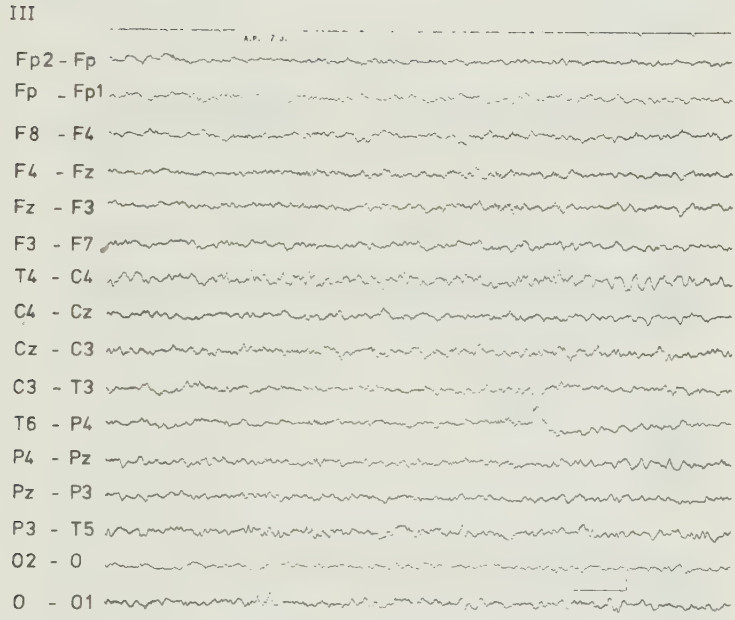

Abb. 13a Allgemeinveränderung mit vermehrter Aktivität im Thetafrequenzbereich und vereinzelten Wellen im Deltafrequenzbereich; diffus verteilte, vermehrte, regelmäßige Betaaktivität. Kind (7 J.), wach, offene Augen, unruhig, OVS.

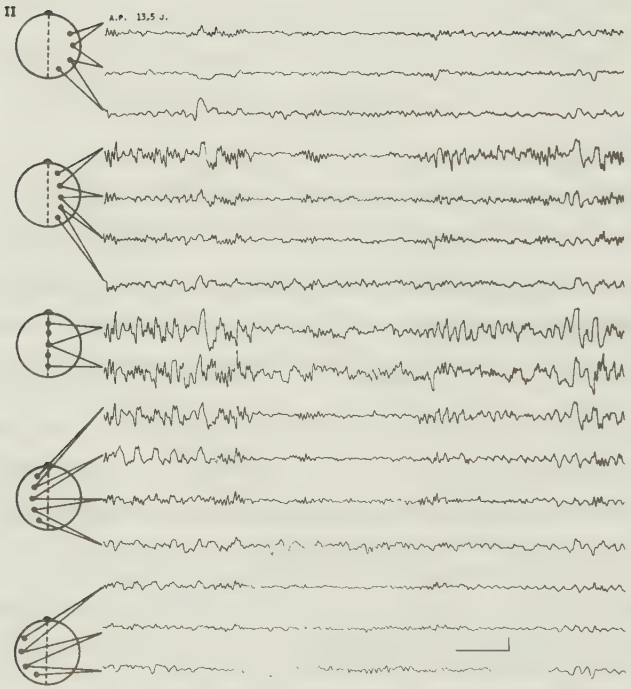

Abb. 13b Dasselbe Kind 6 Jahre später 13,5 J.). Auffällig hochgespannte, kontinuierliche Betaaktivität während der Hyperventilation nach 2 Min. 30 Sek. Diese Aktivität konnte während der ganzen Ableitung besonders aber unter forcierter Atmung beobachtet werden. Wach, geschlossene Augen, OVS.

1. EEG und bei 78% im 2. EEG eine Hyperventilations-Labilität gesehen. Eine leichte Akzentuierung der krankhaften Veränderungen unter Hyperventilation wird nur bei wenigen Kindern, die EEG-Normabweichungen schon unter Ruhebedingungen zeigen, beobachtet. Die pathologische Aktivität kommt durch Hyperventilations-Labilität und die damit verbundenen EEG-Veränderungen nicht immer zur Ausprägung. In 7% der Patienten mit pathologischem 1. Ruhe- und Hyperventilations-EEG kommt es bei der Nachuntersuchung (2. EEG) zur Normalisierung während der Ruhe-Ableitung; eine leichte Aktivierung der pathologischen Aktivität unter Hyperventilation bleibt jedoch weiterbestehen (Abb. 14a, b, c, d).

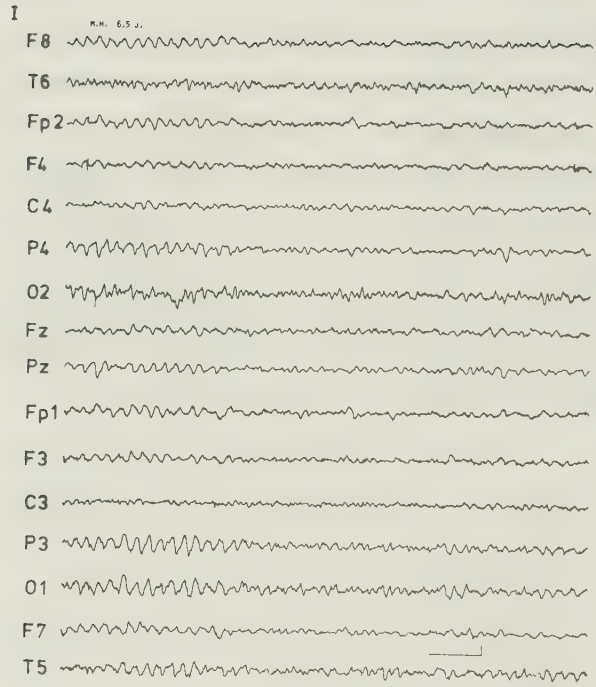

Abb. 14a Allgemeinveränderung in Form von vermehrter Aktivität im Thetafrequenzbereich. Kind (6,5J.), wach, geschlossene Augen,MVS.

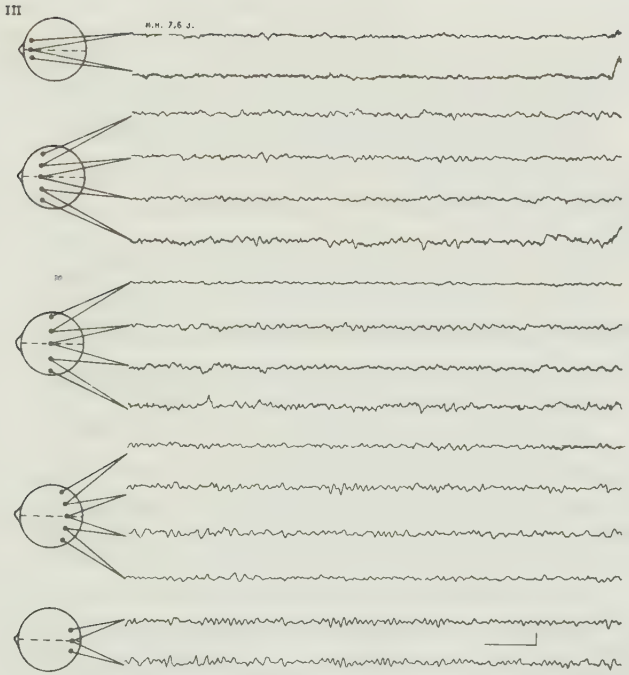

Abb.14b Dasselbe Kind ein Jahr später (7,6 J.). Linksseitig tempor-okzipital etwas vermehrte Thetaaktivität. Wach, geschlossene Augen, MVS.

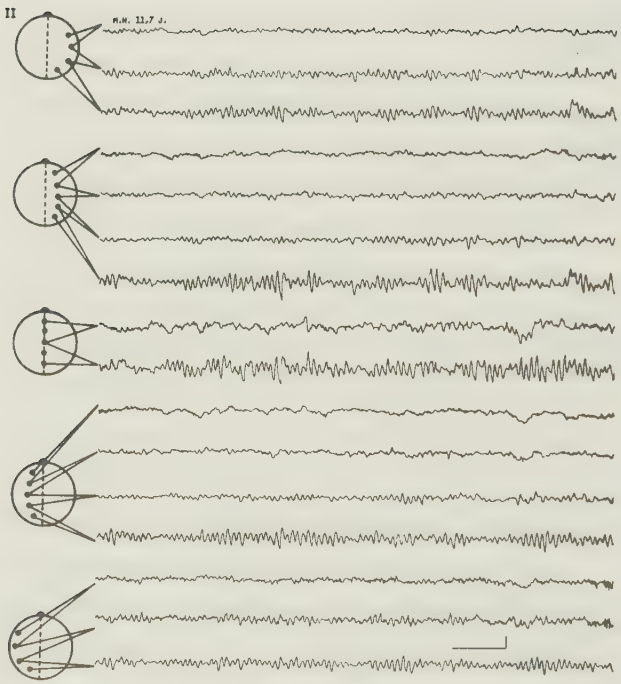

Abb.14c Dasselbe Kind 5 Jahre später (11,7 J.). Normales, altersentsprechendes Ruhe-EEG. Wach, geschlossene Augen, MVS.

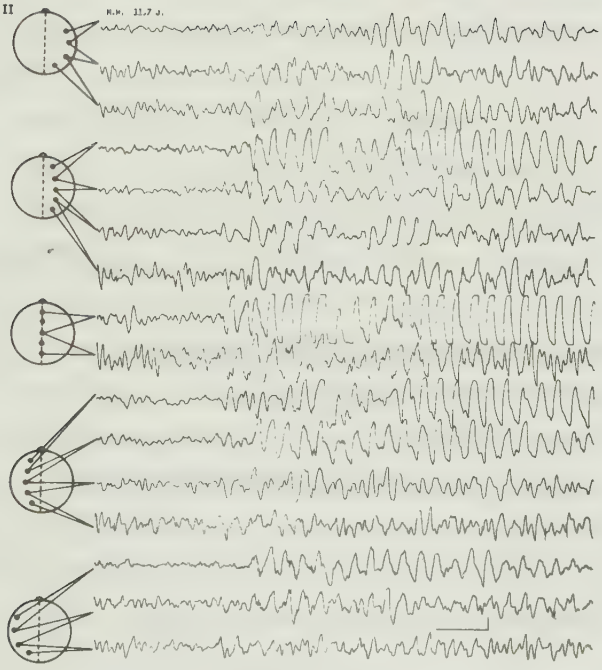

Abb.14d Dasselbe Kind wie in Abb. 14c während der Hyperventilation (nach 3 Min.36 Sek.). Hyperventilations-Labilität sowie vermehrte Thetaaktivität li. temporo-okzipital, MVS.

G. Diskussion

Bei der Durchsicht einer größeren Anzahl von Arbeiten (Querschnittsstudien) über die EEG-Veränderungen bei Verhaltensstörungen von Kindern und Jugendlichen fiel von Anfang an auf, daß trotz der starken Differenz der Ergebnisse die verhaltensgestörten Kinder gehäuft abnorme EEG-Befunde aufwiesen. Die uneinheitlichen Angaben über den Anteil der krankhaften Befunde schwankten allerdings zwischen 40 und 80% der Fälle. Den Autoren fielen im EEG Dysrhythmien, Frequenzanomalien, epilepsieverdächtige wie auch für Anfallsleiden typische Abläufe oder Herdbefunde auf. Die meisten Autoren waren sich darüber einig, daß im allgemeinen den Einzelsymptomen bei Verhaltensstörungen kein spezifisches EEG-Symptom zugeordnet werden kann und daß ein pathologisches EEG nicht unmittelbar die Annahme eines organischen Hirnschadens, der an der Verhaltensstörung ätiologisch beteiligt sein könnte, nahelegen muß.

Unsere Longitudinalstudie bei verhaltensgestörten Kindern zeigte in Übereinstimmung mit der einschlägigen Literatur ebenfalls eine Häufung der pathologischen EEG-Befunde sowohl bei milieu- als auch bei organisch verhaltensgestörten Kindern. Diese Häufung der pathologischen Befunde galt sowohl für das Ausgangs-EEG bei 5-7 jährigen verhaltensgestörten Kindern (66%), als auch, jedoch in einem geringeren

Ausmaß, für die Kontrolluntersuchung 5 bzw. 7 Jahre später (54%). Daß sich in einem Kollektiv verhaltensgestörter Kinder bei der EEG-Untersuchung eine erhebliche Zahl von der Altersnorm abweichender Befunde fand, war bereits nach den vorliegenden Literaturübersichten (z.B. Jasper und Mitarbeiter, 1938, Lindsley und Cutts, 1940, Lairy und Netchine, 1960, Schlange, 1963, Groh und Rosenmayr, 1968, usw.) nicht überraschend. In unserer Studie fiel auf, daß ungefähr bei einem Drittel der Kinder im 1. EEG und fast bei der Hälfte im 2. EEG ein normaler Befund erhoben wurde. Es kam also bei weitem nicht jede Normabweichung des Verhaltens auch in einem pathologischen Hirnstrombild zum Ausdruck. Insgesamt konnte eine gewisse Tendenz zur Normalisierung des ursprünglich abnormen EEG-Befundes mit zunehmendem Alter gesehen werden. Zu ähnlichen Beobachtungen kamen Spilimbergo und Nissen 1971. Das primäre Kriterium der Auswahl bildeten bei ihrer Arbeit jedoch die EEG-Befunde. Die katamnestischen Untersuchungen wurden nur bei einer geringen Zahl der untersuchten Kinder stichprobenmäßig durchgeführt. Die Autoren vertraten die Ansicht, daß eine direkte Korrelation zwischen den unspezifischen, diffusen, bzw. lokalisierten EEG-Befunden und dem Rückgang von Verhaltensstörungen bestand und machten den Reifungsprozeß für diese Entwicklung verantwortlich.

Bei der Aufteilung der psychopathologischen Syndrome in die

Gruppe der hirnorganischen und milieureaktiven Verhaltensstörungen hat sich in unserer Arbeit herausgestellt, daß die Anzahl der pathologischen Hirnstrombilder im 1. EEG mit 73,5% bei der OVS-Gruppe überwog und daß sich diese Befunde bei der Kontrolluntersuchung (2. EEG) nur in einem kleineren Prozentsatz normalisiert oder gebessert haben. Demgegenüber lagen nur bei 58% der MVS-Kinder abnorme EEGs bei der Erstuntersuchung (1. EEG) vor und 5 bzw. 7 Jahre später wiesen diese Kinder in der Mehrzahl normale oder gebesserte Befunde auf. Über ähnliche Ergebnisse berichtete 1959 Kennard, die bei 83% der Kinder mit organisch bedingten und nur bei 40% mit milieureaktiven Verhaltensstörungen abnorme EEG-Befunde registrierte. Straube und Fuhrmann (1958) beobachteten bei Kindern mit motorischer Retardierung parallel mit zunehmendem Alter eine Verschlechterung der EEG-Veränderungen. Die EEG-Befunde wichen um so mehr von der Norm ab, je mehr mit zunehmendem Alter eine ungezielte motorische Unruhe bestand. Gehäuft pathologisch veränderte EEG-Befunde bei verhaltensgestörten Kindern, die im Vordergrund der Störung hyperkinetisches Verhalten zeigten, fanden auch Klinkerfuss und Mitarbeiter (1965). Man nimmt an, daß es sich hier mit höchster Wahrscheinlichkeit um ein organisches Syndrom handelt (Werry und Mitarbeiter, 1972, Lempp, 1978). Schmidt (1975) hat festgestellt, daß bei Patienten mit minimaler zerebraler Dysfunktion neben den Besonderheiten des Schwangerschafts- und Geburtverlaufs (15-35%), den Besonderheiten der psychomotorischen Ent-

wicklung (15-30%) und den überwiegend geringen neurologischen Befunden, bei 35 - 50% der Fälle abnorme EEG-Befunde vorlagen. Städeli und Mitarbeiter (1961) fanden sogar bei ihrer Untersuchung an 108 verhaltensgestörten Kindern, daß normale EEG-Befunde bei hirnorganischen Störungen mit hoher statistischer Signifikanz die Ausnahme waren.

Im folgenden werden die einzelnen EEG-Kriterien in bezug auf ihre diagnostische Relevanz diskutiert. Häufigster krankhafter Befund im EEG bei Kindern mit Verhaltensauffälligkeiten sind *Allgemeinveränderungen* (Schlange, 1963, Neundörfer, 1975). Auch in unserem Krankengut traten bei der Erstuntersuchung am häufigsten leichte diffuse Allgemeinveränderungen meist mit einseitiger Betonung auf. In ihrer Entwicklung während der 5 bzw. 7 Jahre zeigten die Allgemeinveränderungen in ihrer Häufigkeit und ihrem Schweregrad insgesamt einen leichten Rückgang. Die Allgemeinveränderungen sind besonders im Kindesalter schwer zu erheben, da die Übergänge vom normalen EEG bis zu Allgemeinveränderungen fließend sind und die Korrelation zu psychologischen und pathologischen Faktoren unsicher ist. Deswegen ist eine spezifische Bedeutung dieser EEG-Veränderungen nicht sehr wahrscheinlich.

Es ist ebenfalls schwierig, im Kindesalter von *Seitendifferenzen* im EEG zu sprechen. So bezeichnete Dumermuth

(1965) als "unbestimmte Asymmetrien" eine in Amplitude und Ausprägung bestimmter Graphoelemente deutlich seitendifferente Hirnaktivität, wobei aber die eine oder andere Seite an sich durchaus normal wäre. Seiner Meinung nach können geringe Seitendifferenzen beim gesunden Kind beinahe als Regel angesehen werden; eine pathologische Bedeutung der Seitendifferenzen kann erst bei Verlaufsuntersuchungen nachgewiesen werden. Auf die Wichtigkeit einer Longitudinalstudie haben auch Benton und Bird (1963), Berges und Mitarbeiter (1963) und Ayers und Torres (1967) hingewiesen. Einseitige diffuse oder fokale EEG-Veränderungen, vor allem in Form einseitig signifikant weniger ausgeprägter, evtl. verlangsamter Hintergrundaktivität und einseitig signifikant vermehrten Thetawellen, beobachten wir oft neben den Allgemeinveränderungen. Das Bestehenbleiben dieses Befundes bei denselben Kindern mit zunehmendem Alter könnte als eine Normabweichung gedeutet werden. Diese Annahme wurde noch durch die Feststellung, daß bei den OVS-Kindern im Gegensatz zu den MVS bei der Kontrolluntersuchung keine Abnahme der einseitigen pathologischen EEG-Veränderungen beobachtet wurde, untermauert.

Fokale EEG-Veränderungen bei verhaltensgestörten Kindern sind oft gesehen worden (Pond, 1963, Spilimbergo und Nissen, 1971, Neundörfer, 1975). Blanc und Mitarbeiter (1960) und Jaquelin (1963) stellten diesen Befund bei ausschließlich neurotischen Kindern ebenso fest. In unserem Material

zeigte sich, daß die Allgemeinveränderungen mit einseitiger Betonung und die einseitigen pathologischen Veränderungen, die bei Kindern mit MVS wie auch OVS bei der Erstuntersuchung (1. EEG) eher diffus auftraten, bei der Kontrolluntersuchung (2. EEG) bei beiden Gruppen zur Fokalisation tendierten. Auch die irritationsverdächtigen Wellenformen traten im 2. EEG überwiegend fokalisiert auf. Auch wir konnten keine eindeutige Erklärung für das gehäufte Auftreten der fokalen EEG-Veränderungen bei der Kontrolluntersuchung (2. EEG) nach 5 bzw. 7 jährigem Zeitintervall finden.

Außer den bis jetzt beschriebenen pathologischen EEG-Veränderungen wurde bei verhaltensgestörten Kindern auch *hypersynchrone Aktivität* beobachtet. Diese Kinder zeigten keine klinisch manifesten Anfälle. Die Interpretation und Wichtigkeit dieser asymptomatischen Erscheinungen ist umstritten. Dumermuth (1965) fand in zwei Drittel der Fälle mit sogenannten "epileptoiden" Verhaltensabarten (ohne manifeste epileptische Anfälle) hypersynchrone EEG-Veränderungen und zwar zum weitaus größeren Teil in Form spontaner oder durch Fotostimulation provozierter, generalisierter, unregelmäßiger spike-wave-Paroxysmen. Demgegenüber haben Groh und Rosenmayr(1968) bei Kindern mit Verhaltensstörungen, die dem Begriff der "maskierten Epilepsie" zugeordnet werden, keine über den Durchschnitt hinausragende Häufung der paroxysmal pathologischen Kurvenbilder

gesehen. Es wird auch über gehäuftes Auftreten epileptischer Foci bei Kindern mit Kopfweh, Enuresis nocturna, Pavor nocturnus, Synkopen und abdominalen Beschwerden berichtet; solche Foci konnte man jedoch auch ungefähr bei 2% von Schulkindern ohne irgendwelche Symptomatik registrieren. In unserer Studie wurde diese hypersynchrone Aktivität im 1. und 2. EEG nur bei Kindern mit organisch bedingten Verhaltensstörungen (OVS) beobachtet. Die steileren, für Anfallsleiden aber noch nicht typischen Graphoelemente im Beta-, Alpha- und Thetafrequenzbereich traten im 1. EEG bei Kindern beider Gruppen auf, zeigten jedoch nur bei OVS-Kindern, parallel zur Irritationsaktivität, mit zunehmendem Alter eine leichte Zunahme. Die Entwicklung der hypersynchronen Aktivität wies im 2. EEG keine Korrelation zu der Art der EEG-Veränderungen im 1. EEG auf. Das nur auf die OVS-Gruppe beschränkte Auftreten der epileptogenen Graphoelemente könnte als Ausdruck einer minimalen zerebralen Hirnschädigung gedeutet werden. Die beschriebene Entwicklung dieser EEG-Befunde innerhalb von 5 bzw. 7 Jahren hat die Wichtigkeit der Verlaufskontrollen bestätigt.

An dieser Stelle soll die Entwicklung des klinischen Bildes bei dem Kind mit einem normalen 1. EEG und pathologischen 2. EEG besprochen werden. Dieses Kind hat als einziges in unserer Studie im Laufe der Zeit epileptische Anfälle entwickelt und ist medikamentös eingestellt worden. Es handelt

sich um ein Kind, das erst mit 5 Jahren adoptiert wurde und bei dem bei der Erstuntersuchung keine Hinweise für eine organische Erkrankung feststellbar waren. Erst bei der Nachuntersuchung konnte die Annamnese durch die Annahme, daß das Kind im Alter von 3 Jahren eine schwere Meningitis durchmachte, ergänzt werden. Als mutmaßliche Ursache dieser Entwicklung kann eine minimale Hirnschädigung angenommen werden.

Die Untersuchung der *Lokalisation* der pathologischen EEG-Aktivität in unserem Krankengut hat ergeben, daß diese im 1. wie auch im 2. EEG bei Allgemeinveränderungen ausschließlich okzipital oder temporo-okzipital beidseits und die Herdveränderungen temporal oder temporo-okzipital in einigen Fällen parieto-okzipital, signifikant häufiger links angelegt waren. Die häufigere Linksbetonung der Thetaaktivität wurde von mehreren Autoren beschrieben. Blanc und Mitarbeiter (1960), Berges und Mitarbeiter (1963) haben eine linksseitige temporale Thetaaktivität bei verhaltensgestörten, überwiegend neurotischen Kindern, festgestellt. Die Autoren haben versucht - jedoch ohne den erhofften Erfolg - verschiedene klinische Zustände der Kinder, wie z.B. psychomotorische oder deutliche emotionelle Störungen den Thetafoci zuzuordnen. Jacquelin (1963) hat diesen auffälligen Befund bei psychiatrischen Patienten beschrieben, ebenfalls ohne eine Erklärung zu finden. Hughes und Cayaffa (1977) sahen eine Zunahme der linksseitigen temporalen

Veränderungen mit fortschreitendem Alter. Sie vermuten, daß die Entwicklung altersabhängig ist. Der Grund der Bevorzugung der pathologischen EEG-Veränderungen für die linke temporale Region ist weiterhin unklar.

Bei der Auswertung der *Amplitudenhöhe* der Alphaaktivität haben wir eine für das Alter der untersuchten Kinder insgesamt verhältnismäßig niedrigere Amplitude beobachtet. Sie könnte möglicherweise durch eine schlechte Entspannung, die bekanntlich eine Niederspannung im Alpharhythmus verursachen kann, erklärt werden. Die Beobachtung von Eeg-Olofsson und Mitarbeitern (1971), die bei normalen Kindern eine Zunahme der Alphaamplitudenwerte (Mittelwert 56µV) bis zum Alter von 6,9 Jahren und dann eine langsame Abnahme sahen, konnten wir nicht bestätigen. Wir stellten keinen wesentlichen Unterschied in der Amplitudenhöhe der Alphaaktivität zwischen beiden Untersuchungen (1. EEG und 2. EEG) fest. Nach Petersén und Matousek (1972), die eine EEG-Breitbandfrequenzanalyse bei normalen Kindern und Jugendlichen bis zum 21. Lebensjahr durchführten, stand die Thetawellenamplitude zunächst in signifikanter Beziehung zum Alter, bei den Älteren wurde jedoch die Korrelation nicht mehr signifikant. Die Thetawellenamplitudenwerte nahmen mit dem Alter ab. Bei unserer Untersuchung verhielt sich die Amplitude der Thetaaktivität (in der Höhe und im Verlauf) der Alphaaktivität annähernd gleich; wir haben also keine deutliche Abnahme der Thetawellenamplitude mit zunehmendem

Alter beobachtet.

Eine auffällige Vermehrung von *schnellen Aktivitäten* und Alphavarianten bei der Mehrzahl seiner untersuchten Kinder mit Verhaltensstörungen fand Pond (1963). Diese Art der EEG-Veränderungen haben wir in unseren EEGs nicht gesehen. Die leicht vermehrte Betaaktivität, die nur ganz selten bei unseren verhaltensgestörten Kindern registriert wurde, konnte als medikamentös bedingt oder als eine Normvariation eingestuft werden. Nur in einem Fall zeigten sich in beiden EEGs auffällige, regelmäßige, z.T. höhergespannte Betawellen, die nicht mehr im Normbereich lagen und zusammen mit langsamer pathologischer Aktivität aufgetreten sind. Dieses Kind zeigte eindeutige Hinweise auf eine minimale frühkindliche Hirnschädigung. Die spezifische pathophysiologische Grundlage und klinische Bedeutung der Betaaktivität sind noch ungeklärt.

Manche Autoren (Lindsley und Cutts, 1940, Secunda und Finley, 1942, Solomon und Mitarbeiter, 1944 sowie Gottlieb und Mitarbeiter, 1945) fanden bei verhaltensgestörten Kindern gegenüber den unauffälligen Kindern ein gehäuftes Auftreten von *Wellen im Deltafrequenzbereich*. Catell und Mitarbeiter (1951) haben beobachtet, daß verhaltensgestörte Kinder mit organischer Schädigung in viel höherer Zahl okzipital Deltaaktivität zeigten, als die neurotischen. Bei den hier untersuchten Kindern gehörten die wenigen

Fälle, die Deltaaktivität in beiden EEGs aufwiesen, der OVS-Gruppe an und konnten als pathologisch angesehen werden. Nur bei 3 von unseren untersuchten Kindern (2 Kinder mit MVS und 1 Kind mit OVS) fanden wir im 1. EEG gruppierte, intermittierende biokzipitale Wellen um 3-4/sec.

Dumermuth (1965) meint, daß 4/sec-Rhythmen über den hinteren Kopfregionen beim älteren Kleinkind und jüngeren Schulkind wahrscheinlich eine Variante der Hintergrundaktivität ohne pathologische Bedeutung darstellen könne. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch Eeg-Olofsson und Mitarbeiter (1971), die in 25% der normalen untersuchten Kinder rhythmische niederfrequente Rhythmen um 2,5-4,5/sec über den hinteren Hirnabschnitten (slow posterior rhythm-SPR) fanden. Der SPR trat am häufigsten zwischen dem 5. und 7. Lebensjahr, bei Mädchen signifikant mehr als bei Jungen auf, kam jedoch in jedem Alter, abgesehen von den 15-jährigen, vor.
Bei unserer Kontrolluntersuchung nach dem 5- bzw. 7-jährigen Zeitintervall zeigte sich bei einem von diesen 3 Fällen (OVS-Kind) zwar keine derartige niederfrequente Aktivität über den okzipitalen Regionen mehr, der EEG-Befund verschlechterte sich aber insgesamt und es entwickelte sich zusätzlich eine hypersynchrone Aktivität mit einseitiger Betonung. Die anderen 2 Kinder (beide MVS) besserten sich mit dem Alter, zeigten ein unauffälliges 2. Ruhe-EEG und nur geringe EEG-Normabweichungen während der Hyperventilation. Aufgrund dieser Ergebnisse sind wir zu dem Schluß

gekommen, daß beim Auftreten solcher EEG-Muster der Befund als pathologisch angesehen werden muß und daß weitere Verlaufskontrollen empfehlenswert sind.

Über die Zusammenhänge der Reifung des Zentralnervensystems und der Reifung des Elektroenzephalogramms herrschen unterschiedliche Meinungen. Walker (1950),Lairy (1961) und Satterfield (1973) haben eine Störung der Maturation des Zentralnervensystems bei verhaltensgestörten Kindern vermutet. Hill und Parr (1963) sahen EEG-Veränderungen nur hypothetisch als Korrelat einer zerebralen Maturationsstörung an.
Die Stabilisierung sowie Frequenzbeschleunigung der Alphaaktivität bei unseren untersuchten verhaltensgestörten Kindern entspricht der Entwicklung der normalen Population. Wir nehmen an, daß die "Maturation" der Hintergrundaktivität des sonst abnormen EEGs bei verhaltensgestörten Kindern genauso verläuft, wie bei den normalen. Das haben auch Pond und Landucci (1954) beobachtet. Allerdings nahm bei einseitigen pathologischen Veränderungen in unserem Krankengut in dem betroffenen Bereich die Alphaaktivität mit dem Alter nicht zu. Eine funktionelle Störung als Ursache dieser Veränderung ist sehr wahrscheinlich.

Als letztes Kriterium für die Beurteilung der EEG-Befunde

bei verhaltensgestörten Kindern wurde das Kurvenbild unter *Hyperventilation* ausgewertet. Diese Untersuchung hat zur Ergänzung unserer Ergebnisse nicht sehr viel beigetragen. Eine Provokation und Akzentuierung der pathologischen EEG-Aktivität durch Hyperventilation sahen wir nur in einigen Fällen.

Die Ergebnisse unserer Longitudinalstudie bei verhaltensgestörten Kindern erlauben, die Reversibilität bzw. die Irreversibilität der pathologischen elektroenzephalographischen Befunde zu beurteilen. Die vorliegenden Untersuchungen zeigen, daß bei Kindern mit organisch bedingten Verhaltensstörungen der pathologische EEG-Befund in der Mehrzahl der Fälle über längere Zeit besteht. Das Persistieren des pathologischen EEGs erhöht somit die Wahrscheinlichkeit einer organischen Ursache psychischer Störungen. Diese Feststellung unterstreicht die Bedeutung von EEG-Verlaufskontrollen im Kindesalter, die als Ergänzung zu Einzeluntersuchungen die diagnostische Sicherheit erhöhen bzw. in Zweifelsfällen erst herstellen.

H. Zusammenfassung

1. In einer Longitudinalstudie wurden elektroenzephalographische Untersuchungen an 72 sowohl milieu- (MVS) als auch organisch- (OVS) verhaltensgestörten Kindern durchgeführt. Das mitttlere Alter bei der Erstuntersuchung betrug 6 Jahre 3 Monate, die Kontrolluntersuchung fand 5 bzw. 7 Jahre später statt.

2. Bei allen Kindern wurde in beiden Untersuchungen (im 1. EEG mit 66% und im 2. EEG mit 54%) eine Häufung der pathologischen Befunde nachweisbar. Die getrennte EEG-Auswertung für beide Gruppen (MVS, OVS) zeigte, daß bei der Ausgangsuntersuchung (1. EEG) bei beiden Gruppen in der Mehrzahl pathologische EEG-Befunde auftraten, bei der Kontrolluntersuchung (2. EEG) jedoch die Anzahl der krankhaften Hirnstrombilder bei der OVS-Gruppe höher blieb, während die Kinder mit MVS eine gewisse Tendenz zur Normalisierung zeigten.

3. Die häufigste Normabweichung im 1. EEG aller Kinder waren überwiegend einseitig betonte Allgemeinveränderungen; sie zeigten bei der Kontrolluntersuchung insgesamt einen leichten Rückgang; blieben die Veränderungen bestehen, so tendierten sie zur Fokalisierung.

4. Die Kinder, die signifikante Seitenunterschiede im Alpha- und Thetafrequenzbereich im 1. EEG aufwiesen, behielten in der Mehrzahl diesen Befund auch im 2. EEG. Die Konstanz dieses Befundes kann als pathologisch angesehen werden.

5. Hypersynchrone Aktivität trat ausschließlich bei OVS Kindern auf, was als Ausdruck einer minimalen zerebralen Hirnschädigung gedeutet werden kann.

6. Die pathologische EEG-Aktivität war überwiegend links temporo-okzipital lokalisiert. Die Amplitudenhöhe der Alpha- und Thetaaktivität war bei beiden Untersuchungen verhältnismäßig niedrig.

7. Im Beta- und Deltafrequenzbereich wurden im Auftreten und Verlauf keine wesentlichen Normabweichungen beobachtet.

8. Eine signifikante Zunahme der Alphaaktivität mit dem Alter wurde bei allen Kindern (1 Kind ausgenommen) mit einem normalen 1. EEG registriert. Auch bei der Mehrzahl (70%) der Kinder mit einem pathologischen Befund im 1. EEG wurde ebenfalls eine signifikante Zunahme der Alphaaktivität bei der Kontrolluntersuchung beobachtet. Man kann annehmen, daß die altersabhängige

Entwicklung (Maturation) der Hintergrundaktivität des sonst abnormen EEGs bei verhaltensgestörten Kindern ähnlich verläuft wie bei den normalen Kindern.

9. Pathologische EEG-Befunde in Longitudinalstudien bei verhaltensgestörten Kindern liefern einen Hinweis auf eine somatische Ursache der psychischen Störungen. Diese Feststellung unterstreicht die Bedeutung von EEG-Verlaufskontrollen im Kindesalter, die als Ergänzung zu Einzeluntersuchungen die diagnostische Sicherheit erhöhen bzw. in Zweifelsfällen erst herstellen.

I. LITERATURVERZEICHNIS

Adey, W.R.: The normative electroencephalographic data reference library. NASA Contract Nr. NAS9 - 1200 (1967) 172.

Ayers, F.W., Torres, F.: The incidence of EEG in dyslexie and a control group. J. clin. Psychol. 23 (1967) 334-336.

Benton, A.L., Bird, J.W.: The EEG and reading disability. Amer. J. Orthopsychiat. 33 (1963) 529-531.

Berger, H.: Über das Elektrenkephalogramm des Menschen. Arch. Psychiat. Nervenkr. 87 (1929) 527-570.

Berges, J., Netchine, S., Lairy, G.C.: Quelques aspects particuliers du tracé EEG chez l'enfant présentant des troubles de la psycho-motricité. Rev. Neurol. 109 (1963) 238-246.

Bernhard, C.G., Skoglund, C.R.: Recherches sur la fréquence alpha de l'electroencephalogramme chez l'enfant. Acta psychiat. (Kbh.) 14 (1939 a) 223-231.

Bernhard, C.G., Skoglund, C.R.: On the alpha frequency of human brain potentials as a function of age. Skand. Arch. Physiol. 82 (1939 b) 178-184.

Blanc, C., Neyraut, M.T., Dreyfus-Brisac, C.: Note sur les localisations temporales chez l'enfant. Rev. Neurol. 103 (3) (1960) 256-260.

Brandt, S., Brandt, H.: The electroencephalographic patterns in young healthy children from 0 to five years of age. Acta psychiat. scand. 30 (1955) 77-89.

Brill, N.Q., Seidemann, H., Montague, H., Balser, B.H.: Electroencephalographic studies in delinquent behavior problem children. Amer. J. Psychiat. 98 (1942) 494-498.

Brown, W.T., Solomon, C.I.: Delinquency and the electroencephalograph. Amer. J. Psychiat. 98 (1942) 499-503.

Cattel, M.D., Pacella, B.L.: An electroencephalographic and clinical study of children with primary behavior disorders. Amer. J. Psychiat., 107 (1951) 25-33.

Chatrian, G.E., Bergamini, L., Dondey, M., Klass, D.W., Lennox-Buchthal, M., Petersén, J.: A glossary of terms most commonly used by clinical electroencephalographers. Electroenceph. clin. Neurophysiol. 37 (1974) 538-548.

Chavance, M., Samson-Dollfus, D.: Analyse spectrale de l'EEG de l'enfant normal entre 6 et 16 ans: choix et validation des parametres les plus informations. Electroenceph. clin. Neurophysiol. 45 (1978) 767-776.

Cohn, R., Nardini, J.E.: The correlation of bilateral occipital slow activity in the human EEG with certain disorders of behavior. Amer. J. Psychiat. 115 (1958) 44-54.

Corbin, H.P.F., Bickford, R.G.: Studies of the electroencephalogram of normal children: comparison of visual and automatic frequency analysis. Electroenceph. clin. Neurophysiol. 7 (1955) 15-28.

Dumermuth, G.: Variance spectra of electroencephalograms in twins; in: Kellaway, P., Petersén, I. (Hrsg.): Clinical electroencephalography of children. S. 119-154. Almqvist and Wiksell, Stockholm 1968.

Dumermuth, G.: Elektroencephalographie im Kindesalter. 287 S. Georg Thieme, Stuttgart 1965.

Eeg-Olofsson, O.: The development of the EEG in normal adolescents from the age 16 through 21 years. Neuropädiat. 3 (1971) 11-45.

Eeg-Olofsson, O., Petersén, I., Selldén, U.: The development of the electroencephalogram in normal children from the age of 1 through 15 years. Neuropädiat. 2 (1971) 375-404.

Ellingson, R.J.: The incidence of EEG abnormality among patients with mental disorders of apparently non-organic origin: a critical review. Amer. J. Psychiat. 111 (1954) 263-275.

Gastaut, H., Lee, M.C., Laboureur, P.: Comparative EEG and psychometric data for 285 french naval pilots and 511 control subjects of the same age. Aerospace Med. 31 (1960) 547-522.

Gibbs, F.A., Gibbs, E.L.: Electroencephalographic changes with age in adolescent and adult control subjects. Tr. Amer. Neurol. A 70 (1944) 154-157.

Gibbs, F.A., Knott, J.R.: Growth of the electrical activity of the cortex. Electroenceph. clin. Neurophysiol.1 (1949) 223-229.

Gottlieb, J.S., Knott, J.R., Ashby, M.C.: Electroencephalographic evaluation of primary behavior disorders in children; correlations with age, sex, family history and antecedent illness or injury. Arch. Neurol. Psychiat. (Chic.) 53 (1945) 138.

Groh, Ch., Rosenmayr, F.: EEG-Untersuchungen an Kindern mit Verhaltensstörungen. Z. Kinderheilk. 104 (1968) 46-60.

Heinhold, J., Gaede, K.W.: Ingenieur-Statistik. 346 S. Oldenburg, München 1968.

Henry, C.E.: Electroencephalograms of normal children. XI, 71 S. Monogr. Soc. Res. Child. Develop. Nat. Res. Council, Washington, D.C. 1944.

Heuyer, G., Nekhorochef, J. Lelord, G.: Contribution à l'étude des corrélations EEG dans les troubles du caractère et du comportement chez l'enfant. Sem. Hôp. Paris 33 (1957) 211-220.

Hill, J.D.N., Parr, G.: Elektroencephalographie. 2. Aufl., MacDonald and Co., London 1963,509 S.

Hughes, J.R., Cayaffa, J.: The EEG in patients at different ages without organic cerebral disease. Electroenceph. clin. Neurophysiol. 42 (1977) 776-784.

Jaquelin, Cl.: Foyers électroencéphalographiques temporaux gauches en psychiatrie. Thèse Médicine, Paris 1963.

Jasper, H.H., Solomon, P., Bradley, C.: Electroencephalographic analyses of behavior problem children. Amer.J. Psychiat. 95 (1938) 641-658.

Kasamatsu, A., Hirai, T., Ando, N., Soga, A.: Development of EEG in normal infancy and childhood. Proc.Jap. EEG Soc. (1964) 23-25.

Kennard, M.A.: The characteristics of thought disturbances as related to electroencephalographic findings in children and adolescents. Amer.J. Psychiat.115 (1959) 911-921.

Klinkerfuss, G.H., Lange, P.H., Weinberg, W.A., O'Leary, I.L.: Electroencephalographic abnormalities of children with hyperkinetic behavior. Neurology 15 (1965) 883-891.

Knauel, H.: Die Elektroencephalographie in der Diagnostik verhaltensgestörter Kinder und Jugendlicher. Nervenarzt 31 (1960) 279-281.

Lairy, G.C.: EEG et neuro-psychiatrie infantile. Psychiat. Enf. 3 (1961) 525-608.

Lairy, G.C., Netchine, S.: Signification psychologique et clinique de l'organisation spatiale de l'EEG chez l'enfant. Rev. Neurol. 102 (1960) 380-395.

Lairy, G.C., Remond, A., Lesevre, N.: The alpha average. III. clinical application to children. Electroenceph. clin. Neurophysiol. 26 (1969) 453-457.

Lempp, R.: Frühkindliche Hirnschädigung und Neurose. 3. Aufl., Hans Huber Verlag, Bern Stuttgart Wien 1978, 174 S.

Lindsley, D.B.: A longitudinal study of the occipital alpha rhythm in normal children: frequency and amplitude standards. J. genet. Psychol. 55 (1939) 197-213.

Lindsley, D.B.: Electrical potentials of the brain in children and adults. J. gen. Psychol. 19 (1938) 285-306.

Lindsley, D.B.: Brain potentials in children and adults. Science 84 (1936) 354.

Lindsley, D.B., Cutts, K.K.: Electroencephalograms of "constitutionally inferior" and behavior problem children. Arch. Neurol. Psychiat. (Chic.) 44 (1940) 1199-1209.

Martinius, J., Hoovey, Z.B.: Automatische Analyse der interokzipitalen Synchronie im EEG verhaltensgestörter Kinder. EEG-EMG 2 (1971) 95-97.

Matousek, M., Petersén, I.: EEG-analys med spektral-analysator av bredbandstyp avseende ett material av normale barn. Preliminära resultat.Nord. Med. 82 (1969) 1260-1261.

Miller, C.A., Lennox, M.A.: Electroencephalography behavior problem children. J. Pediat. 33 (1948) 753-761.

Mundy-Castle, A.C.: Theta and beta rhythm in the electroencephalograms of normal adults. Electroenceph. clin. Neurophysiol. 3 (1951) 477-486.

Netchine, S.: L'activité électrique cérébrale chez l'enfant normal de 6 à 10 ans; in: Zarzo, R. (Hrsg.): Croissance de l'enfant. Genèse de l'homme. 246 S. 2. Presses Universitaires de France, Paris 1969.

Neundörfer, B.: Das EEG in der ärztlichen Praxis. EEG-Fibel. 224 S. Fischer, Stuttgart 1975.

Novikova, L.A.: Age features in the electrical activity of the brain as seen in children and juveniles. Pavlov. J. higher nerv. Activ. 11 (1961) 61-70.

Obrist, W.D.: Problems of aging. Focal alterations; in: Rémond, A. (Hrsg.): Handbook of Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, Bd. 6/A, Sect. V/D, S. 286-292. Elsevier, Amsterdam 1976.

Ohtahara, S.: Development of electroencephalogram during infancy and childhood. Proc. Jap. EEG Soc. (1964) 18-23.

Pechstein, J.: Entwicklung der Grundaktivität im frühkindlichen EEG. Fortschr. Med. 88 (1970) 1170.

Petersén, I., Eeg-Olofsson, O.: The development of the EEG in normal children from the age of 1 through 15 years: non-paroxysmal activity. Neuropädiat. 2 (1971) 247-304.

Petersén, I., Matousek, M.: EEG-Breitbandfrequenzanalyse bei normalen Kindern und Jugendlichen. EEG-EMG 3 (1972) 134-138.

Picard, P., Navarranne, P., Laboureur,P., Grousset, G., Jest, C.: Confrontations des données de l'électroencéphalogramme et de l'examen psychologique chez 309 candidates pilotes a l'aeronautique. Electroenceph. clin. Neurophysiol. Suppl. 6 (1957) 304-314.

Pond, D.A.: The development of normal rhythms; in: Hill, J.D.N., Parr, G. (Hrsg.): Electroencephalography. S. 207-231. McDonald, London 1963.

Pond, D.A., Landucci, L.: L'elettroencefalografia in psichiatria infantile. Minerva med. 45 (1954) 1.

Satterfield, J.: EEG aspects in the diagnosis and treatment of minimal brain dysfunction. Ann. N.J. Acad. Sci. 205 (1973) 274-282.

Secunda, L., Finley, K.H.: Electroencephalographic studies in children presenting behavior disorders. New Engl. J. Med. 226 (1942) 850-854.

Smith, J.R.: The frequency growth of the human alpha rhythms during infancy and childhood. J. Psychol. 11 (1941) 177-198.

Smith, J.R.: The electroencephalogram during normal infancy and childhood. I. rhythmic activities present in the neonate and teir subsequent development. J. genet. Psychol. 53 (1938 a) 431-453.

Smith, J.R.: The electroencephalogram during normal infancy and childhood. II. the nature of the growth of the alpha waves. J. genet. Psychol. 53 (1938 b) 455-469.

Smith, J.R.: The electroencephalogram during infancy and childhood. Proc. Soc. Exp. Biol. (N.Y.) 36 (1937) 384-386.

Solomon, C.I., Brown, W.T., Deutscher, M.: Electroencephalography in behavior problem children. Amer. J. Psychiat. 101 (1944) 51.

Spilimbergo, A., Nissen, G.: Verhaltensstörungen und EEG-Veränderungen bei Kindern. Acta paedopsychiat. 38 (1971) 59-65.

Schaper, G.: Hirnelektrische Untersuchungen bei 100 Enuretikern. Z. Kinderheilk. 77 (1955) 141-162.

Scheffner, D.: Eine einfache Methode zur quantitativen Bestimmung langsamer Frequenzen im EEG von Kindern. Arch. Kinderheilk. 177 (1968) 41-48.

Schlange, H.G.: Elektroencephalographische Befunde bei Kindern mit Verhaltensstörungen und sich daraus ergebenden therapeutischen Konsequenzen. Arch.Kinderheilk. 169 (1963) 123-132.

Schmidt, M.: Verhaltensanomalien bei minimaler zerebraler Dysfunktion. Diagnostik 8 (1975) 657-660.

Städeli, H., Dumermuth, G., Burckhardt, S.: Korrelation zwischen elektroencephalographischen und psychopathologischen Untersuchungen bei Verhaltensstörungen im Kindesalter unter besonderer Berücksichtigung der Hirnorganischen Syndrome. Helv. paediat. Acta 16 (1961) 432-451.

Stevens, J.R., Sachdev, K., Milstein, V.: Behavior disorders of childhood and the electroencephalogram. Arch. Neurol. (Chic) 18 (1968) 160-177.

Straube, W., Fuhrmann, W.: Über EEG-Befunde bei verhaltensgestörten Kindern (unter Berücksichtigung der Fugue). Nervenarzt 29 (1958) 209-213.

Walker, E.F.: Clinical aspects of maturation studies and normal variations; in: Hill, D., Parr, G. (Hrsg.): Electroencephalography. S. 214-218. McDonald, London 1950.

Werry, J.S., Minde, K., Guzman, A., Weiss, G., Dogan,K., Hoy, E.: Studies on the hyperactiv child-VII: neurological status compared with neurotic and normal children. Amer. J. Orthopsychiat. 42 (1972) 441-450.

Herrn Prof. Dr. J. Martinius danke ich dafür, daß er mir das Thema überließ und die Vollendung der Arbeit durch wichtige Ratschläge förderte.

Frau Dr. med. habil. O. Simon, Leiterin der Abteilung für Klinische Neurophysiologie am Max-Planck-Institut für Psychiatrie danke ich für zahlreiche Diskussionen und ständige Unterstützung während der Arbeit. Frau Dr. med. G. Bleek, Leiterin der Kinderpsychiatrischen Abteilung am Max-Planck-Institut für Psychiatrie und ihren Mitarbeiterinnen danke ich herzlich für ihre Unterstützung.

Für die statistische Beratung danke ich Herrn Dr. E. Hansert, Leiter der Abteilung für Biometrie am Max-Planck-Institut für Psychiatrie und Herrn Dipl.-Math. F. Ost, Wiss. Assistent am Institut für Statistik und Unternehmensforschung der TU-München.

Besonderer Dank gebührt auch allen Mitarbeitern der Abteilung für Klinische Neurophysiologie, die diese Arbeit durch Diskussionen, Korrekturen, Ideen und teilweise beträchtlichen Zeitaufwand unterstützten, insbesondere danke ich Herrn Dr. N. Brass, Frau C. Dombret, Frau I. Hoffmann, Frau Th. König, Frau L. Meyrahn und Frau Ch. Schmid.

LEBENSLAUF

26.3.1951	geboren in Prag / CSSR als Tochter von Dr.med. Zdenek Rybin und seiner Ehefrau Dr. med. Marie Rybin, geb. Alter
1957 - 1966	Volksschule in Prag
1966 - 1969	Humanistisches Gymnasium in Prag
Juni 1969	Abitur in Prag
Juli 1969 - Januar 1970	Au-pair Mädchen im Max-Planck-Institut für Psychiatrie in München, nebenbei Kurse der Deutschen Sprache für Ausländer an der Universität München
1970 - 1971	Besuch des Studienkollegs an den Wissenschaftlichen Hochschulen, München
März 1971	Prüfung zur Feststellung der Hochschulreife und damit die Berechtigung zum Studium an den Hochschulen der Bundesrepublik
1971 - 1977	Studium der Humanmedizin an der Ludwig-Maximilian-Universität München
Juni 1977	Staatsexamen
1977 - 1978	Medizinalassistentin und Stipendiatin in der Abteilung für Klinische Neurophysiologie des Max-Planck-Institutes für Psychiatrie in München und auf der II. Med. sowie der I. Chirurg. Abteilung des Städt. Krankenhauses München-Schwabing
seit Januar 1979	in der Abteilung für Klinische Neurophysiologie des Max-Planck-Institutes für Psychiatrie in München tätig
Juli 1979	Approbation als Arzt